

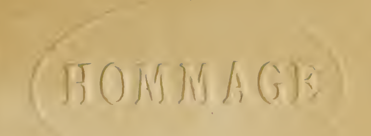
Section de l'Ingénieur

ALHEILIG

CORDERIE

GAUTHIER-VILLARS ET FILS

G. MASSON



ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE

DES

AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE

SOUS LA DIRECTION DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

Ce volume est une publication de l'Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire ; F. Lafargue, ancien élève de l'École Polytechnique, Secrétaire général, 46, rue Jouffroy (boulevard Malesherbes), Paris.

N° 34 A.

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION

DE M. LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT.

CORDERIE

CORDAGES EN CHANVRE

ET EN

FILS MÉTALLIQUES

PAR

M. ALHEILIG

Ingénieur de la Marine

Professeur à l'Ecole d'Application du Génie Maritime

PARIS

GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, ÉDITEUR,
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

CHAPITRE PREMIER

—

CHANVRES

1. Généralités sur les chanvres. — Le chanvre est l'élément essentiel de la fabrication des cordages. On l'obtient en semant le chènevis dans une terre aussi ameublie que possible.

Le chènevis est une graine huileuse qui rancit avec le temps. Il doit donc être de récolte récente ; trop vieux, non seulement une partie ne lève pas, mais la qualité du chanvre peut s'en ressentir.

Le chènevis se sème plus ou moins dru suivant les produits à obtenir. On trouve dans l'Anjou deux espèces bien distinctes de chanvres : l'une qui compose les deux tiers de la

récolte est vendue pour le service des corderies, c'est le *chanvre cordier*; l'autre, qui égale en force, en souplesse et en blancheur les plus beaux chanvres d'Italie est employée pour la fabrication des toiles : elle est connue sous le nom de *chanvre de vallées*. Pour *ceux-ci*, on sème très épais afin d'obtenir des chanvres plus souples ; les mâles et les femelles sont arrachés ensemble. Pour *ceux-là* on sème moins serré ; les chanvres sont plus durs et on tient à récolter le chènevis ; il faut donc que les tiges ne soient pas assez rapprochées pour nuire à la séparation des pieds mâles et des pieds femelles. Les pieds mâles sont ceux qui portent la graine, on les appelle ainsi parce qu'ils sont plus robustes que les pieds femelles.

Les pieds femelles sont ceux qui portent les étamines. Ils mûrissent avant les autres et on doit les arracher au moment de leur maturité.

Il faut semer le chènevis à une époque convenable pour éviter l'effet des gelées du printemps ou des sécheresses qui ne tardent pas à les suivre.

On doit au moment où la graine commence à germer la protéger contre les oiseaux et notamment les pigeons. Les vents un peu forts peuvent nuire beaucoup à la récolte en brisant les tiges.

La grêle fait un grand tort aux *chènevières*. Partout où touche un grêlon, les fibres corticales sont brisées, et, si, en apparence, le mal disparaît et la végétation continue, les fibres n'en restent pas moins brisées, et la filasse est discontinuė. Chaque brin touché est un brin perdu. Les temps trop secs rendent la filasse dure ; les temps trop humides la rendent souple, il est vrai, mais diminuent sa résistance.

Le chanvre arraché trop vert n'a pas de consistance.

Le chanvre arraché trop tard se trouve mélangé de brins de couleurs différentes : rouge, blanche, noire : il est dit *breuché* ; il a perdu une partie de sa valeur.

Les chaleurs du mois d'août peuvent faire le plus grand tort aux chanvres : ils sont dits *aoutés*.

On met à part au moment de la récolte les chanvres mal venus ou étouffés dans les chènevières : ce sont les *triards*. Les brins cassés, couchés par terre, forment les *écobuts*.

2. Rouissage. — La tige du chanvre est creuse intérieurement ou remplie d'une moelle tendre, puis vient un bois fragile nommé chènevotte, sur lequel se trouve une écorce composée de

fibres s'étendant suivant la longueur des tiges, et enfin un épiderme assez mince. Ce sont ces fibres longitudinales, écorce intérieure du chanvre, qui donnent après plusieurs préparations les filasses employées dans les corderies ou dans les filatures.

Cette écorce adhère fortement à la *chènevotte*. Il faut pour l'extraire détruire cette adhérence, détruire en même temps l'épiderme extérieur avec une partie du tissu cellulaire qui relie les unes aux autres les fibres longitudinales.

Tout cela se produit par un commencement de pourriture nommé *rouissage*. Les procédés de rouissage sont différents suivant les localités. Nous laisserons de côté le rouissage à la vapeur, à l'eau alcaline, sur les prés, pour ne nous occuper que du rouissage à l'eau courante et à l'eau dormante. Les eaux qui servent au rouissage tendent à se corrompre et chaque année, des arrêtés préfectoraux fixent, pour cause de salubrité publique, les endroits où l'on peut rouir. Généralement, on prescrit de ne mettre à rouir les chanvres qu'aprés les avoir *éruissés*, c'est-à-dire dépouillés de leurs feuilles, dont la putréfaction vient corrompre les eaux sans aucun avantage industriel.

On rouit dans la Loire, la Sarthe, la Maine,

dans des mares ou des fosses isolées nommées *routoirs*.

Pour donner de la blancheur aux chanvres, il faut les mettre à rouir aussitôt qu'ils ont été cueillis. On rouit en rivière dans les points les moins exposés au courant : l'opération est plus active et plus régulière.

Pour rouir, on dispose les chanvres en meules, on les couvre de paille, et on les charge de sable ou de pierres : La durée du rouissage dépend :

1° *De la température de l'air*. Le rouissage marche d'autant plus vite que la température est plus élevée.

2° *De la qualité de l'eau*. L'opération est plus rapide dans une eau dormante que dans une eau courante.

3° *De l'état de maturité du chanvre*. Les chanvres de vallée demandent 4 à 5 jours quand les chanvres cordiers en demandent 10 à 12.

Le rouissage, étant un commencement de pourriture, ne doit pas être exagéré, parce qu'alors il n'agirait pas seulement sur l'épiderme, mais encore sur les fibres longitudinales : le chanvre perdrait de son poids et de sa force. On dit alors que le chanvre a *eu trop d'eau*. Si, au contraire, le rouissage n'a pas duré assez longtemps, la

filasse reste dure et se travaille avec difficulté.

La nature des eaux qui ont servi au rouissage exerce une grande influence sur la coloration du chanvre. En général, les filasses rouies dans l'eau claire sont blanches ; si l'eau vient à se troubler, le chanvre devient grisâtre. Dans les routoirs, les chanvres qui sont rouis les premiers peuvent encore avoir une belle couleur, mais l'eau se corrompant de plus en plus, les derniers rouis prennent une coloration de plus en plus foncée.

3. Préparation des chanvres bruts. — A leur sortir des routoirs, les chanvres sont mis à sécher en faisceaux appuyés obliquement les uns contre les autres ; on les laisse ainsi égoutter pendant quelques heures, puis on les délie et on les étend pour achever de les dessécher.

Avec du soleil, 4 à 5 jours suffisent pour le séchage en prenant soin de retourner de temps en temps le faisceau. Par temps brumeux, il faut non-seulement plus de temps, mais les filaments noircissent.

S'il pleut pendant le séchage, chaque goutte de pluie se marque par une tache noirâtre : le chanvre est *pinnelé*. Il faut le vendre tel quel avec un aspect moins satisfaisant ou le faire

rouir de nouveau ce qui expose à lui donner *trop d'eau.*

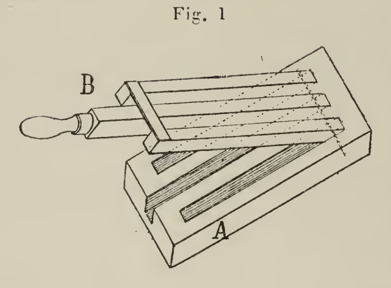
4. Tillage. — Le rouissage ayant détruit la substance gélatineuse qui fait adhérer l'écorce à la chènevotte, il suffit alors pour obtenir le chanvre de procéder au *tillage* qui consiste à rompre la chènevotte par le bout et à faire couler la filasse entre les doigts. On tille le chanvre dans les moments perdus. Les femmes et les enfants sont employés à cette opération qui est très longue ; aussi, par manque de bras, a-t-on recours dans beaucoup d'endroits au procédé plus expéditif du *broyage.*

5. Broyage. — Les chanvres ont besoin d'être plus desséchés pour être broyés que pour être tillés ; il faut les *hâler,* suivant l'expression reçue, en leur donnant une nouvelle dessication qui rend la chènevotte plus fragile encore. Quelquefois, on les place dans les cheminées, ce qui peut causer des incendies ; ou bien on les fait sécher au four, alors, c'est le chanvre qui peut se brûler et prendre une couleur rouge foncé et une sorte d'odeur de caramel. Les qualités sont altérées et il ne peut plus être vendu comme chanvre de choix.

Enfin, on dessèche le chanvre dans des *hâloirs*, sorte de cavernes assez semblables à des fours à chaux dans l'intérieur desquelles les poignées sont établies sur des grillages en bois ou *claies*, tandis qu'en dessous, on entretient un feu de chènevottes en prenant garde que la flamme ne vienne atteindre les paquets de chanvre.

6. Broie. — Les tiges bien desséchées sont ensuite passées à diverses reprises sous les mâchoires d'un instrument nommé *broie* (*fig.* 1) composé de deux parties principales :

Fig. 1



1° Un banc en bois A creusé de trois fentes longitudinales.

2° Un levier B oscillant autour d'une de ses extrémités et garni de trois lames en bois qui s'engagent dans les ouvertures du banc.

Les chanvres sont placés entre ces deux mâchoires, puis on imprime plusieurs coups secs au levier supérieur. La chènevotte se brise et se

détache en même temps qu'on appuie d'une main sur le levier, et qu'on tire de l'autre sur les filasses.

7. Préparation des chanvres dits épurés. — Lorsque les filasses sont broyées ou tillées, elles sont disposées en paquets, puis portées sur les marchés. Dans cet état, elles ne forment encore pour la plupart que des chanvres connus sous le nom de chanvres bruts : elles renferment de la chènevotte et des corps étrangers ; elles présentent trop de rubans et leurs brins ne sont pas assez divisés pour pouvoir être employés immédiatement.

Les filasses destinées à la confection des cordages seront *espadées* et *peignées*. Celles qui seront destinées aux filatures seront *moulagées*.

Une troisième portion moins importante que les deux premières sera employée à la confection des menus cordages : luzin, merlin, fil à drisses ; elle sera *ferrée* en majeure partie.

8. Espadage. — L'espadage consiste à battre le chanvre avec une sorte de sabre en bois nommé *espade*.

La poignée de chanvre est placée sur une planche verticale portant une petite gorge (*fig.* 2)

et on la frappe avec l'espade (*fig.* 3) de façon à détacher la chènevotte et les corps étrangers et en même temps à diviser les rubans.

On emploie aussi pour débarrasser les filasses

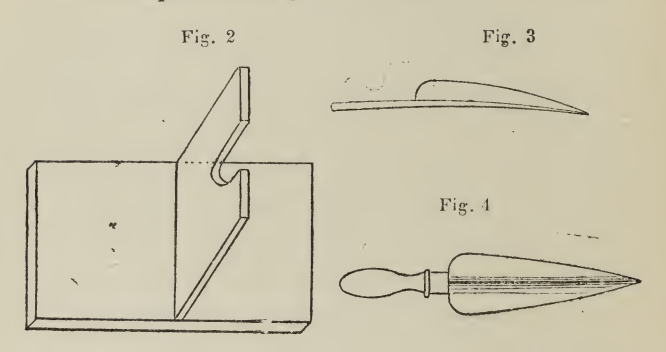


Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

de leur chènevotte une sorte de poignard émoussé nommé *rache* (*fig.* 4). Tous les chanvres de vallée sont *rachés*.

9. Peignage. — L'opération du peignage consiste à tirer les chanvres au travers de longues pointes en fer placées en quinconce et fixées sur des massifs en bois. L'ensemble se nomme peigne et les pointes *dents du peigne*. Le peignage divise les chanvres, les affine, les assouplit, les nettoie de leurs poussières, des chènevottes, de l'étoupe et sépare les diverses longueurs de brins.

Plus les chanvres sont bruts, plus les peignes doivent être gros ; plus ils sont affinés, plus les peignes sont fins. On doit donc avoir un assortiment de peignes convenables.

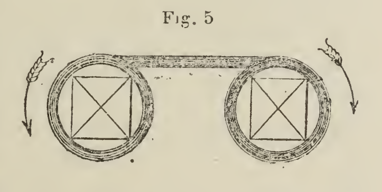
Autrefois, on n'avait que des peignes assez grossiers formés de dents carrées qui déchiraient le chanvre tout en fatiguant les hommes.

Aujourd'hui l'usage des peignes Prat est presque général.

Ces peignes sont en acier à dents coniques, assez fines et très pointues ; ces dents, d'une grande élasticité, sont très entrantes. Ces peignes font bien et vite.

Les beaux chanvres atteignent des longueurs qui dépassent de beaucoup la limite de 1^{m},50 qui permet de les engager sur le tablier des machines à préparer du filage mécanique. Il faut donc les couper. Autrefois, on enroulait les chanvres par la pointe sur un clou placé près des peignes, et on les brisait à la hanche en faisant un violent effort qui causait de fréquentes hernies aux ouvriers cordiers. Ce procédé défectueux a été remplacé depuis longtemps par un procédé mé-

Fig. 5

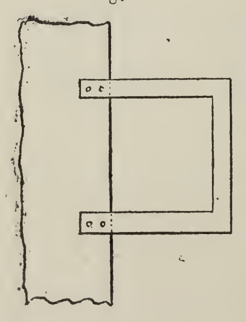


canique qui consiste à enrouler les chanvres autour de deux carrés métalliques (*fig.* 5) placés à la distance convenable et tournant en sens inverse. On arrive ainsi à donner aux brins la longueur voulue.

10. Moulageage. — Le moulageage consiste à écraser le chanvre, à le piler dans des mortiers en bois avec des maillets ou mieux, à le placer snr une aire circulaire en pierre dure sur laquelle viennent rouler des cônes pesants qui broient les filasses. On leur donne ainsi une finesse extrême qui permet de les faire servir à la confection des toiles.

11. Ferrage. — Le fer (*fig.* 6) est une sorte de couteau à tranchant émoussé placé dans une position verticale. L'ouvrier passe à plusieurs reprises les chanvres sur le tranchant qui les divise, les assouplit et les rend propres à la confection des fils à voiles et menus cordages.

Fig. 6



12. Examen des qualités du chanvre. — Pour apprécier les qualités d'un chanvre, il faut examiner : sa *couleur*, son *odeur*, la *disposition de ses fibres*, son *degré d'épuration* et enfin sa *force de résistance*.

13. Couleur. — La couleur permet de faire un classement en diverses catégories et donne des indications utiles sur les qualités.

Une *coloration argentine* et comme *gris-perle* est l'indice d'un chanvre de bonne qualité.

Une *couleur trop mate* doit faire craindre que les chanvres aient été trop *rouis*, qu'ils n'aient eu *trop d'eau*. Il faut les *sonder*.

Le *sondage* consiste à prendre quelques brins à la main et à essayer de les rompre. S'ils résistent, il y a lieu de croire que le chanvre est de bonne qualité : si, au contraire, ils se cassent trop facilement, il y a lieu de craindre qu'il soit de qualité inférieure.

Une *coloration verdâtre* peut correspondre souvent à une bonne qualité, mais une coloration d'un *vert trop foncé*, sorte de *vert chou* dénote des chanvres cueillis trop verts, ou venus à l'ombre. En tous cas, ils sont sans consistance et leurs fibres ne présentent ni force, ni durée. Une *coloration jaunâtre* peut indiquer un rouis-

sage dans des eaux sales ; elle peut tenir aussi à ce que les chanvres ont trop reçu l'action du soleil qui les a un peu brûlés ; ils sont alors *aoutés*. Dans ce dernier cas, la couleur n'est pas aussi uniforme que quand elle tient au rouissage, et de plus les *chanvres* ne sont pas *carrés,* c'est-à-dire qu'il y a trop de disproportion entre les épaisseurs des poignées à la tête et au pied. Ces défauts ne sont pas une cause absolue de rebut.

Une *coloration rouge foncé* est l'indice que les chanvres ont été brûlés au four ; ils possèdent alors une odeur de *caramel.* Ces chanvres ont perdu une grande partie de leurs qualités et ne sauraient être employés à la fabrication de bons cordages. Les colorations *grisâtres, brunâtres* tiennent à des rouissages dans des eaux stagnantes ou chargées de limon. Ces couleurs ne font rien préjuger contre la qualité des filasses. Les chanvres trop bruns ou trop noirs, au contraire, ont été le plus souvent, ou mal rouis, ou mouillés. La couleur du chanvre doit être uniforme.

Un mélange de fibres de diverses nuances indique un chanvre cueilli trop tard ; il est dit *breuché.*

Des taches brunes ou noires indiquent un chanvre mouillé en balles ou *pinnelé.*

14. Odeur. — L'odeur du chanvre récemment récolté est *forte* et *pénétrante* ; une odeur faible indique un chanvre de récolte ancienne et qui ne présente plus les mêmes garanties de *durée* et de solidité pour la confection des cordages.

Une *odeur de moisi* dénote un chanvre qui a été mouillé. On ne doit pas l'employer.

Une *odeur de caramel* coïncidant avec une coloration rouge indique un chanvre brûlé au four.

15. Disposition des fibres. — Lorsque la filasse présente des fibres d'inégales longueurs réunies à la tête des poignées, le chanvre est dit *coiffé* ; il donne un grand déchet au peignage.

Un chanvre qui a souffert sur pied diminue de grosseur, les parties supérieures sont plus maigres, il a perdu de sa valeur. Les poignées sont de grosseurs très différentes à la tête et au pied : le chanvre n'est pas *carré*. On découvre les brins plus courts intercalés dans les paquets pour les faire paraître plus carrés ou plus lourds en secouant les poignées tenues par une des extrémités : ces brins tombent à terre.

16. Force de résistance. — Nous avons vu plus haut en quoi consistait le *sondage* des chanvres. Au lieu de ne prendre que quelques brins,

on peut prendre une petite poignée qu'on cherche à rompre des deux mains.

Ces procédés ne peuvent évidemment donner que des indices vagues sur les qualités des chanvres.

Aussi, les cahiers des charges prescrivent-ils d'essayer la *force de résistance* sur un cordage spécial nommé *quarantenier d'épreuve* fabriqué avec un lot pris au hasard dans la livraison. Les règles de confection de ce quarantenier sont détaillées dans les cahiers des charges. Nous les résumerons plus loin.

Il arrive que certains chanvres, ceux de Russie en particulier, présentent une grande résistance à l'essai de sondage, et se rompent beaucoup plus facilement quand ils ont subi une légère torsion ou quand ils sont commis en cordages.

En général, les meilleurs chanvres seront fins, moelleux, souples, doux au toucher et difficiles à rompre directement. Les chanvres durs, raides, perdront à la torsion.

17. Degré d'épuration. — Le degré d'épuration doit être aussi grand que possible. Les commissions de recette doivent juger si l'épuration est convenable et à quelle limite il convient de recevoir ou de rebuter.

18. Provenances. — Les chanvres employés dans la marine doivent provenir de France, de Russie ou d'Italie.

L'origine des chanvres français sera constatée pour chaque livraison par des certificats délivrés par les autorités civiles des lieux où se tiennent ordinairement des marchés de cette marchandise.

Le certificat d'origine des chanvres étrangers, sera délivré par le *consul de France.*

Les chanvres de Russie devront être choisis parmi ceux désignés sous la dénomination de *chanvre de Pologne* ou de *chanvre net marine.* Les chanvres de qualités inférieures Outschott, Pass en seront exclus.

Les chanvres tillés et les chanvres broyés ne devront pas être confondus dans les mêmes balles ; ils seront éprouvés séparément.

Les chanvres de France proviennent surtout de l'Anjou, du Maine et de la Bretagne. Ceux de l'Anjou, rouis dans l'eau courante sont blancs ; ceux de la Sarthe ont une teinte plus brune et sont moins estimés.

Les chanvres de Bretagne sont inférieurs aux précédents.

Les chanvres d'Italie proviennent généralement de Bologne.

CHAPITRE II

—

FABRICATION DU FIL DE CARET

19. Fabrication du fil de caret. — Le chanvre même épuré ne peut entrer directement dans la fabrication des cordages ; il faut auparavant le transformer en fils formés d'un faisceau de brins de chanvre tordus en hélice autour d'un axe commun, et disposés de telle sorte que la pression qui résulte de la torsion soit suffisante pour les empêcher de glisser les uns sur les autres. On obtient ainsi ce qu'on appelle le *fil de caret* dont la circonférence varie, en général, de 4 à 9 millimètres.

Nous allons passer en revue les différentes opérations qui permettent de confectionner ce fil de caret.

20. Peignage du chanvre. — Nous avons vu que le peignage consistait à enlever ce qui reste de chènevottes et de poussières dans la filasse, de diviser complètement les fibres longitudinales et de les séparer en plusieurs catégories suivant leur longueur.

On emploie pour cette opération les peignes Prat.

Chaque poignée de chanvre est passée à plusieurs reprises sur ce peigne et fournit ainsi le *premier brin* qui est le chanvre le plus long et le seul susceptible de faire de bons cordages.

On en obtient environ 83 %.

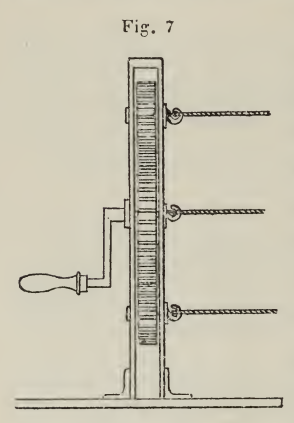
Les 17 % qui restent peuvent être séparés en *deuxième* et *troisième brin* suivant la longueur des fibres, et en étoupes qui forment 3 % environ du total du chanvre.

Le peignage du chanvre est malsain pour les ouvriers qui absorbent dans ce travail une grande quantité de poussière : on n'a malheureusement pas encore pu réaliser le peignage mécanique. Pour diminuer les dangers de cette opération, on installe dans les ateliers de peignage des ventilateurs destinés à absorber une partie des poussières en suspension dans l'atmosphère.

21. Filage à la main. — Le filage est l'opération qui permet de transformer le chanvre en fil de caret. Autrefois cette opération se faisait entièrement *à la main.*

Le fileur met autour de sa ceinture la quantité de chanvre peigné suffisante pour confectionner un fil de 250 à 300 mètres de longueur suivant l'étendue de l'atelier. Il prend quelques brins de ce chanvre entre les doigts, les tortille et attache le fil ainsi commencé à un crochet qui tourne assez rapidement. Plusieurs de ces crochets sont conduits par une même roue (*fig.* 7) qu'un manœuvre tourne aussi régulièrement que possible. Le fileur marche lentement et à reculons en tirant à lui son fil ; la main droite, munie d'une *paumelle* en drap mouillé, étreint le fil déjà fait pour empêcher la torsion de se propager au-delà, tandis que la main gauche dispose les fils en un faisceau d'épaisseur uniforme qui subit la torsion en passant dans la main droite. De distance

Fig. 7



en distance des crochets servent à soutenir le fil.

Un fileur peut produire 10 mètres par minute et 400 mètres par heure en tenant compte des temps perdus. Quand un fil de la longueur de l'atelier est terminé, il le retire du crochet et le noue à la suite d'un précédent jusqu'à ce qu'il en ait une longueur suffisante pour l'envoyer au goudronnage.

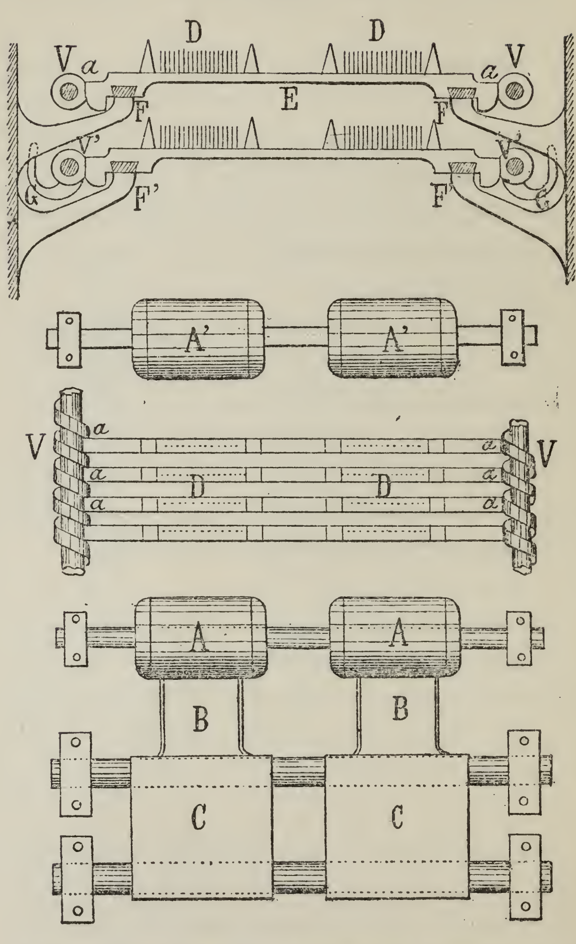
Le filage à la main est presque exclusivement réservé aux chanvres de deuxième brin, et il sert à occuper les ouvriers lorsqu'il y a un chomage dans une partie de l'atelier.

Le fil à la main est plus compact et plus poli que celui à la machine, mais il est un peu moins résistant parce qu'il est moins régulier.

22. Filage mécanique. — Avant d'être transformé en fil par les machines à filer, le chanvre doit être disposé en rubans homogènes formés par des fibres bien parallèles. C'est le but des machines à étaler et à étirer.

23. Étaleuses. — Les étaleuses comportent (*fig.* 8 et 9) quatre paires de rouleaux métalliques AAA'A'. Dans chaque paire, le rouleau inférieur est cannelé pour produire l'entraînement ;

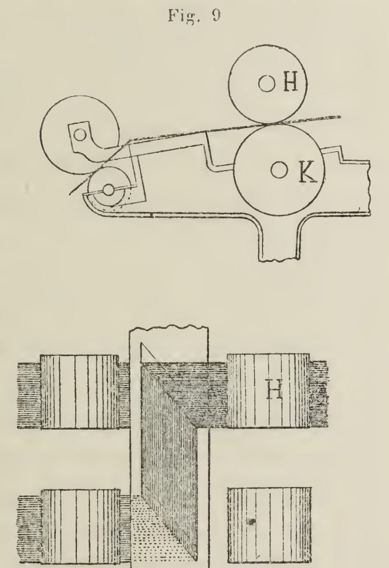
Fig. 8



le rouleau supérieur ou rouleau de pression a un

certain jeu afin de céder lorsque les chènevottes se présentent. A l'avant des rouleaux fournisseurs d'entrée AA sont disposées deux plateformes BB devant lesquelles se meuvent deux cuirs sans fin CC. C'est sur ces cuirs que l'ouvrier étend le chanvre par poignées de 250 grammes environ distribuées uniformément autant que possible et se recouvrant de la moitié de leur longueur.

Fig. 9



Les *rouleaux étireurs* A'A' ont une vitesse bien plus grande que les premiers AA, de telle sorte qu'entre les deux le faisceau de chanvre se rétrécit progressivement. A mesure que les fibres approchent de A', elles augmentent de vitesse, prennent l'avance sur celles qui les suivent, s'en détachent et tendent

à prendre une direction rectiligne dans le sens du mouvement. On facilite cette tendance en disposant sur le trajet du faisceau une série de peignes DD dont les dents divisent la masse et opèrent la séparation des fibres.

Ces peignes sont distribués sur toute la longueur entre les rouleaux A et A. Ils sont mobiles et on leur donne une vitesse de **A** en A′ supérieure à celle du faisceau en A, mais inférieure à la vitesse d'entraînement des rouleaux A′. Pour obtenir ce mouvement, les dents des peignes sont fixées sur des traverses métalliques E glissant sur deux rails longitudinaux FF. Le mouvement est donné par les tenons *aaa* s'engageant dans les filets de deux vis parallèles VV. Près des rouleaux A′A′, les rails sont brusquement interrompus, de sorte que le peigne tombe sur des rails inférieurs F′F′ où il est pris par des vis V′V′ tournant en sens contraire des premières et ramené près des rouleaux AA. Là, les vis conductrices, au moment de le quitter, le soulèvent par deux cames GG fixées à leurs extrémités et le replacent sur les rails supérieurs. Le mouvement des peignes est ainsi continu. L'étaleuse, comme on le voit, est double, c'est-à-dire que deux rubans se forment côte à côte, chaque peigne ayant deux groupes

de dents DD. A la sortie, les deux rubans se superposent de manière à n'en former qu'un seul d'épaisseur double. On obtient ce résultat en pliant deux fois l'un d'eux à angle droit comme l'indique la *fig.* 9. Le ruban unique passe ensuite entre deux rouleaux *délivreurs* HK dont la vitesse circonférencielle est un peu plus grande que celle des étireurs afin de donner au ruban une légère tension. Il se love ensuite dans un grand pot en fer blanc ou en zinc.

Le mode de fonctionnement de cette machine montre qu'il est utile de casser les fibres dans l'opération du peignage, car si elles étaient plus longues que la distance des rouleaux A et A′, elles seraient brisées par la tension résultant de la différence de vitesse de ces rouleaux,

Le rapport des vitesses de A′ et de A est de 16 environ. C'est ce qu'on nomme l'*étirage.*

Les étaleuses proviennent des ateliers de Decoster et de Gouin.

Elles produisent à l'heure 110 kilogrammes de ruban ayant une longueur de 2200 à 2500 mètres, ce qui fait pour la vitesse du ruban à la sortie des rouleaux délivreurs $0^m,66$ par seconde.

24. Étireuses. — En sortant de l'étaleuse, le chanvre a déjà subi une régularisation notable.

Il est en faisceau dont les fibres sont déjà un peu parallèles, mais qui est loin d'être homogène.

Pour arriver à une grande homogénéité, on superpose un grand nombre de ces faisceaux primitifs, de sorte que les inégalités se compensent; mais pour bien les mélanger, il faut une machine qui tout en les superposant et les divisant, donne un ruban résultant identique aux composants. L'*étireuse* a une grande analogie avec l'étaleuse; elle n'en diffère guère que par la suppression du tablier. Un rouleau d'entrée reçoit 14 rubans venant de l'étaleuse. L'ensemble passe sur des peignes *mobiles* et est repris par deux *rouleaux étireurs* dont la vitesse est environ 14 fois celle d'entrée. Un *rouleau délivreur* donne une légère tension.

Comme dans l'étaleuse, le ruban unique n'est formé qu'à la sortie, c'est-à-dire que 7 rubans primitifs parcourent la machine d'un côté sans se mélanger aux 7 autres qui passent de l'autre côté. La même opération se répète généralement deux fois et on obtient ainsi un ruban homogène dont le poids est d'environ 48 grammes par mètre.

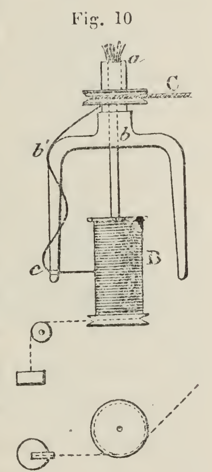
25. Métiers à filer. — En sortant *des étireuses* le ruban est assez homogène pour être transformé en fils de caret dans les métiers à

filer. Il existe divers modèles de fileuses qui ne diffèrent que par quelques détails.

Chaque machine à filer est munie d'une étireuse qui réduit le faisceau au calibre convenable. Celui-ci est aussitôt saisi par l'appareil qui doit le transformer en fils. La disposition adoptée ressemble au rouet vulgaire.

Le but à atteindre est de tordre le fil, de lui donner en même temps une certaine tension qui maintient les fibres accolées et de l'emmagasiner sur une bobine.

Fig. 10



Imaginons (*fig.* 10) un axe creux *ab* portant une aile *b'c* et tournant d'un mouvement rapide de rotation. En dessous est une bobine B qui en est indépendante, et qui peut tourner autour de son axe, mais en opposant une certaine résistance à ce mouvement. Le faisceau de chanvre entrant en *a* est tordu par la rotation de l'aile à l'extrémité de laquelle il passe dans un œil *c*. Le même mouvement l'enroule autour de la bobine; mais comme cet enroulement serait beaucoup plus rapide que la production du ru-

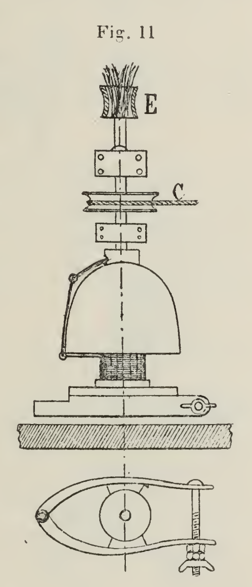
ban de l'étireuse, si la bobine restait fixe, celle-ci est partiellement entraînée, et par conséquent oppose une résistance déterminée au mouvement de rotation, d'où résulte une certaine tension du fil. La vitesse de rotation de la broche et la vitesse d'enroulement sur la bobine doivent toujours être dans le même rapport. Quelle que soit alors l'allure de la machine et le diamètre de la bobine, le fil aura la même torsion, c'est-à-dire le même nombre d'hélices par mètre, mais si on opposait une résistance constante au mouvement de la bobine, la tension du fil diminuerait à mesure que la quantité enroulée augmenterait.

Il faut donc que la bobine soit munie d'un frein à action variable. On y est arrivé de diverses manières : par le frottement variable d'une corde sur un arc dont la longueur peut être augmentée ou diminuée (système Decoster) (*fig.* 10) ou bien par le serrage d'un frein à machine (systèmes Gouin, Chédeville) (*fig.* 11 et 12). L'enroulement du fil sur la bobine doit se produire régulièrement en rangs superposés formés de spires contigües. Il faut donc que le point d'arrivée du fil se promène d'un mouvement uniforme et alternatif sur la bobine. On y arrive par le dispositif suivant : les bobines sont supportées par un banc qui peut s'élever ou s'abais-

ser et auquel on donne un mouvement vertical alternatif dont la vitesse est réglée par le diamètre actuel de la bobine.

Généralement la transmission du mouvement aux broches se fait pour chacune d'elles par une corde C qui passe sur une poulie portée (*fig.* 11) par l'axe creux. (Decoster et Chédeville). Dans la *fileuse Gouin* (*fig.* 12) il y a 4 broches disposées circulairement autour d'une roue dentée R qui commande les pignons *pppp* portés par chacune d'elles. Ce dernier système est plus compliqué.

Fig. 11

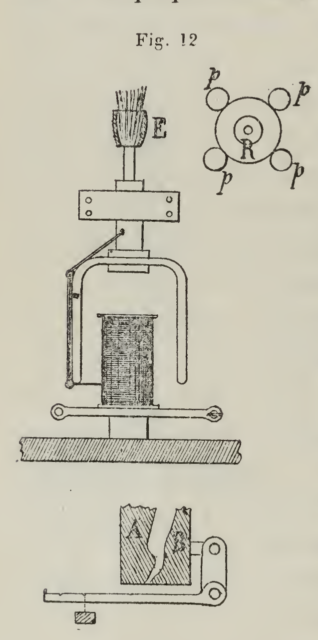


En sortant des rouleaux délivreurs on prépare le faisceau à la *condensation* qu'il doit subir en le forçant à passer dans une rainure angulaire qui le rétrécit en approchant de la broche. Dans le système Decoster, cette rainure est faite dans une pièce de fonte au-dessus de la broche.

Dans le système Chédeville (*fig.* 11) la rai-

nure E est pratiquée dans un morceau de bois placé à la suite du rouleau délivreur. Dans le système Gouin (*fig.* 12) c'est un véritable entonnoir E superposé à une sorte de mâchoire en métal dont les deux moitiés A et B sont creusées de rainures en regard. La mâchoire B est mobile et pressée sur le fil par un levier à poids. Cet appareil que l'on appelle une *manette* produit le même effet que le pouce de l'ouvrier dans le filage à la main. Il limite le plus possible la longueur sur laquelle le fil subit la torsion avant son entrée dans la broche. Il en résulte un fil plus doux, de qualité notablement supérieure.

Fig. 12



Dans le métier Decoster, l'étirage est de 7 environ ; l'hélice du fil de caret a un pas de 13 millimètres ; il y a 77 hélices par mètre.

Le fil de caret se fait toujours de gauche à droite.

Il y a trois grosseurs différentes de fils de caret dont les circonférences en millimètres sont :

de 4 à 5^{mm}, de 6 à 7^{mm}, de 8 à 9^{mm}.

Les deux premiers ne s'emploient que pour les petites manœuvres, on les fabrique à la machine Decoster.

Le dernier est de beaucoup le plus usité, son poids par mètre est de cinq grammes environ, il y a 55 hélices par mètre. La bobine fait 25 tours par seconde et reçoit 23 mètres de fil par minute.

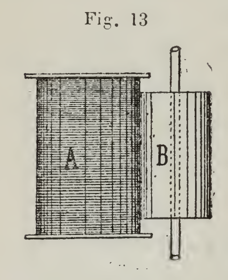
26. Goudronnage. — Avant d'être transformé en cordages, le fil de caret doit être imprégné de goudron destiné à le préserver de l'action destructrice de l'humidité. Il ne faut pas laisser absorber au fil une quantité de goudron trop considérable, ce qui diminue sa résistance tout en augmentant son poids. Les cordages deviennent d'une manœuvre gênante dans les pays chauds.

Si le fil se déroulait de la bobine et passait immédiatement dans le bain de goudron, il s'y trouverait à rebrousse-poils et présenterait à la sortie une surface rugueuse. On doit d'abord l'enrouler sur des tambours. C'est l'opération

du contre-halage. Elle se fait sur la machine à goudronner elle-même dont chaque travée comprend deux tambours dont l'un s'emplit et l'autre se vide.

Le tambour A (*fig.* 13) qui prend le fil blanc sur les bobines est entraîné par un cylindre parallèle B d'une longueur un peu moindre, qui frotte sur la partie du fil déjà enroulé. Il en résulte que la vitesse circonférencielle d'enroulement est constante. Naturellement, l'axe du touret peut se déplacer à mesure que la bobine s'emplit. Il est pressé avec une force de 60 kilogrammes environ. La vitesse d'enroulement est de 5 mètres. Cette disposition n'est pas applicable aux tourets goudronnés parce que le fil collerait au cylindre entraîneur.

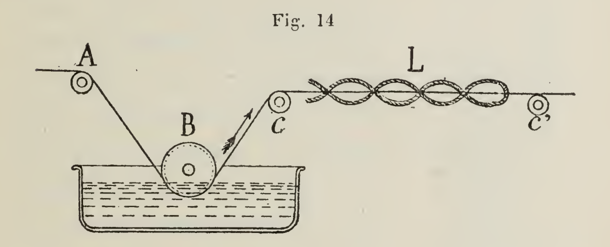
Fig. 13



Quand le tambour A est suffisamment garni, on l'enlève et on engage l'extrémité du fil qui vient de subir l'opération du contre-halage dans un œillet A (*fig.* 14) qui le conduit sur la gorge d'une poulie B dont la partie inférieure trempe dans le bain de goudron chauffé à la vapeur. Le fil embrasse 90° environ de la poulie qu'il entraîne dans son mouvement. De là il

passe sur un petit rouet *c* qui le renvoie à un rouet analogue *c'* et il s'enroule enfin sur un touret. Entre les rouets *c* et *c'* est une *livarde* L, cordage tortillé autour du fil et qui sert à exprimer l'excédent de goudron. L'enroulement sur le touret est réglé par un petit guide mû d'un mouvement alternatif au moyen de cor-

Fig. 14



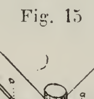
dons se rattachant à une navette conduite par une vis à deux filets disposés en sens contraire que la machine fait tourner. Le fil fabriqué à la main est goudronné immédiatement sans être bobiné. L'appareil employé est beaucoup plus simple, on fait simplement tourner le touret à la main.

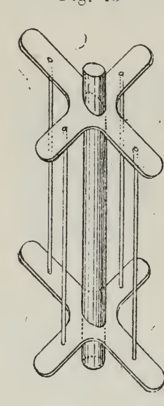
27. Bobinage. — Après le goudronnage, le fil se trouve enroulé sur des tourets très lourds; on est obligé de le fractionner sur des bobines plus petites, plus maniables, et sur lesquelles le

fil sera retourné quant au sens des poils, ce qui a une grande importance pour la fabrication ultérieure.

Une bobine consiste (*fig.* 15) en deux croisillons en bois parallèles et réunis par des traverses. Elle est généralement montée sur un axe passant dans un trou central pratiqué dans les deux croisillons. Les extrémités de l'axe sont supportées par deux fourches. La bobine montée sur la machine à bobiner reçoit le fil du touret par un simple dévidage. L'enroulement est guidé comme dans la machine à goudronner. La charge de chaque touret est de 360 kilogrammes environ ; celle de chaque bobine de 12 kilogrammes.

Fig. 15



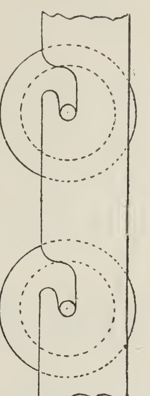


Aussitôt qu'une bobine est remplie, on la porte au *plantage*.

28. Plantage. — Les *plantages* sont des étagères qui reçoivent les bobines destinées à fournir le fil nécessaire à la fabrication des torons. Ils sont formés (*fig.* 16) par des planches verticales, distantes de la longueur des bobines

et ayant des encoches latérales dans lesquelles se logent les axes. On dispose les bobines sur plusieurs rangs en hauteur et en profondeur.

Fig. 16



L'ensemble forme un *plantage*. Il en faut plusieurs pour alimenter un chantier de torons.

Les plantages doivent être accessibles de tous côtés afin qu'on puisse renouer les fils cassés et remplacer les bobines vides.

CHAPITRE III

—

FABRICATION DES CORDAGES EN CHANVRE

29. Définition du cordage. — Nous avons vu comment se fabrique le fil de caret, nous devons examiner maintenant la manière de faire entrer ce fil dans la confection des cordages. *Un cordage doit être un assemblage de fils disposés de telle sorte que tous arrivent à supporter la même tension sous la charge maximum à laquelle on soumet leur ensemble.*

La manière la plus simple d'atteindre ce but serait de disposer les fils parallèlement les uns aux autres, d'en former un faisceau ou *herse*. Il est évident qu'ainsi, sous l'action de la charge d'ensemble, les différents fils s'allongeraient de

quantités égales et que par conséquent, si leur composition était bien homogène, la tension correspondante serait la même pour chacun d'eux.

Mais un cordage ainsi constitué serait mou, sans consistance, perméable à l'humidité et rapidement détruit. On pourrait à la rigueur l'entourer d'une enveloppe protectrice, mais l'usure de l'enveloppe ne tarderait pas à faire réapparaître les inconvénients signalés.

Il est donc de toute nécessité de chercher à constituer au moyen des fils de caret seulement, un ensemble stable, aussi peu perméable que possible aux influences extérieures, et remplissant néanmoins la condition énoncée plus haut.

Pour arriver à ce résultat, on forme d'abord un *toron :* C'est un ensemble de fils tordus autour d'un axe commun de façon à former des hélices de même pas, mais de diamètres différents. La torsion du toron se fait en sens inverse de celle des fils de caret qui le constitue. Par une opération analogue à la précédente, on enroule en hélice un certain nombre de torons les uns autour des autres et on constitue ainsi une *aussière.* Enfin la réunion de plusieurs aussières forme un *grelin,* Comme pour la confection des

torons, la torsion change de sens à chacune des opérations.

30. Répartition de la charge dans un toron. — Prenons donc un toron confectionné comme nous l'avons dit et supposons que tous les fils supportent la même tension sous une charge initiale P_0 : voyons quel sera l'effet de l'application d'une charge $P_1 > P_0$. Sous l'action de P_1, le toron de longueur L s'allongera de l ; l'allongement de la fibre centrale par unité de longueur sera $\frac{l}{L}$; l'allongement d'une fibre enroulée en hélice faisant l'angle α avec les génératrices du cylindre d'enroulement sera $\frac{l}{L} \text{Cos}^2\ \alpha$. En effet, soit AB (*fig.* 17) la fibre centrale de longueur L ; la fibre AC qui fait l'angle α avec la génératrice du cylindre aura pour longueur $AC = \frac{L}{\text{Cos}\ \alpha}$; après l'allongement, elle devient AE ; L'augmentation de longueur est donc

Fig. 17

$CF = CE \cos \alpha = l \cos \alpha$ et par suite, l'allongement par unité de longueur est

$$\frac{CF}{AC} = \frac{l}{L} \cos^2 \alpha,$$

On voit par ce qui précède que dans un toron, la tension des différents fils ne peut être la même que sous une charge déterminée ; sous une charge plus forte, les fils du centre sont les plus tendus, sous une charge plus faible, ce sont, au contraire, les fils extérieurs qui subissent la plus forte tension.

31. Règles de fabrication des torons. — D'après l'analyse que nous venons de faire, il semblerait que le seul moyen d'obtenir le cordage théorique serait de fabriquer les torons sous une charge égale à la charge maximum qu'ils subiront dans le cordage, en s'arrangeant de telle façon que tous les fils supportent bien la même tension au moment de leur assemblage. Cette manière d'opérer conduirait au but cherché à la condition que dans la confection de l'aussière on du grelin, on ne dérange en aucune façon la forme du toron primitif, et de plus, que dans ces deux genres de cordages, la charge se répartisse également entre les différents torons.

Mais on conçoit facilement qu'il est impossi-

ble d'opérer ainsi, parce que l'on fatiguerait beaucoup trop les fils du toron. On a donc été réduit à construire ce dernier sous une charge P_0 notablement inférieure à la charge maximum, et telle que sous cette charge réduite, chaque fil supporte une certaine tension p que l'on s'est fixé arbitrairement et qui a été prise la même pour tous les torons.

En second lieu, on s'est proposé de rendre tous les torons géométriquement semblables quelle que soit leur grosseur, ce qui donne comme seconde règle :

$$\frac{H}{D} = \text{Const.}$$

H pas de l'hélice en millimètres, D diamètre extérieur du toron en millimètres. En désignant par n le nombre de spires par mètre, cette règle peut s'écrire :

$$n\,D = \text{Const. puisque } n = \frac{1000}{H}.$$

Cette règle est évidemment indépendante de la première, mais elle permet de l'énoncer sous la forme plus simple :

$$P_0 = aD^2$$

parce que, dans des torons géométriquement semblables, si tous les fils supportent la même tension, la charge totale est proportionnelle au carré du dia-

mètre. P_0 est la charge d'ensemble du toron au moment de l'assemblage, a un coefficient numérique. Il est en effet plus facile d'apprécier la charge d'ensemble du toron, que la tension de chaque fil.

M. Hubert avait adopté :

$$P_0 = \frac{D^2}{2}$$

$$nD = 184$$

Ce qui équivaut à $\frac{H}{D} = 5,42$.

Quant à la règle $P_0 = \frac{D^2}{2}$, l'expérience prouve que pour réaliser cette tension par le procédé du tirage au tube que nous décrirons plus loin, il faut que la circonférence en herse des fils qui doivent former le toron soit sensiblement égale à 3,4 D ou encore que le nombre approximatif de fils soit égal à $\frac{D^2}{c}$, c étant la circonférence du fil en centimètres.

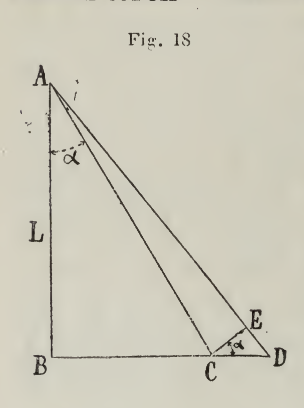
L'application des deux règles précédentes nous conduit donc nécessairement à fabriquer des torons imparfaits, puisque sous la charge maximum $P_1 > P_0$ à laquelle ils seront soumis la tension des différents fils ne sera plus la même.

Il faut donc chercher un moyen de remédier à cette situation : Or, nous avons vu que la tension des différents fils variait sous l'application

d'une charge avec la valeur de l'angle α. C'est donc la valeur de cet angle que nous devons chercher à modifier pour constituer le toron propre à être employé dans la confection d'une aussière.

32. Effet d'une torsion supplémentaire sur un toron. -- Examinons donc l'effet d'une torsion supplémentaire de Δn tours par mètre sur la fibre faisant l'angle α d'un toron de longueur L en supposant primitivement n hélices par mètre. Supposons que la longueur du toron soit la même : la fibre faisant l'angle α d'abord en AC (*fig.* 18) vient, après la torsion, en AD.

Fig. 18



L'allongement par unité de longueur est donc $\frac{\mathrm{DE}}{\mathrm{AC}}$; mais

$$\mathrm{DE} = \mathrm{CD}\sin\alpha = \pi.d.\mathrm{L}.\Delta n.\sin\alpha \text{ [1]}$$

et

$$\mathrm{AC} = \frac{\mathrm{BC}}{\sin\alpha} = \frac{\pi.d.\mathrm{L}.n}{\sin\alpha}$$

[1] d diamètre du cylindre qui contient la fibre faisant l'angle α.

donc l'allongement par unité de longueur résultant du supplément de tors est :

$$\frac{\Delta n}{n} \sin^2\alpha$$

et comme nous avons vu plus haut que l'allongement par unité de longueur résultant d'une traction est :

$$\frac{l}{L} . \cos^2\alpha$$

si l'on combine les deux opérations : allongement et torsion, l'allongement par unité de longueur d'une fibre quelconque faisant l'angle α avec les génératrices du cylindre d'enroulement sera :

$$\lambda = \frac{l}{L} . \cos^2\alpha + \frac{\Delta n}{n} . \sin^2\alpha.$$

On voit d'après cette formule que, pour que l'allongement λ soit indépendant de l'angle α, c'est-à-dire, pour que tous les fils subissent le même allongement sous une charge déterminée, il suffit de faire $\frac{\Delta n}{n} = \frac{l}{L}$; on aura alors $\lambda = \frac{l}{L}$ et tous les fils subiront la même tension sous la charge donnée.

Si donc l'on connaît la valeur de l'allonge-

ment par unité de longueur que subira le cordage sous la charge maximum, il suffira de faire $\frac{\Delta n}{n}$ égal à cette valeur pour constituer le toron théorique propre à être appliqué à la confection de l'aussière.

Cette règle est comme on le voit très simple et serait très facile à appliquer dans la pratique ; il suffirait de compter au moyen d'un appareil spécial le nombre de tours de torsion supplémentaire que l'on donne au toron avant de le commettre en aussière ; mais au lieu d'employer ce moyen si simple et si précis, on continue à apprécier la torsion supplémentaire par le raccourcissement qu'elle fait subir aux torons sous une charge déterminée.

On démontre en effet que si pendant le supplément de tors on soumet le toron à une traction P_2 proportionnelle au carré de son diamètre, il se raccourcit d'une longueur déterminée par mètre, la même pour tous les torons quand on est arrivé à la limite du supplément de tors. Il en résulte la régle

$$\frac{P_2}{R^2} = \text{Const.}$$

P_2 charge du toron pendant le supplément de tors.

Comme le supplément de tors se donne généralement au même instant sur tous les torons qui doivent constituer l'aussière, M. Hubert, ancien ingénieur de la marine, a donné les formules du supplément de tors en fonction de la charge totale P_s appliquée à tous les torons et de la valeur de la circonférence C exprimée en centimètres de l'aussière confectionnée ; il a posé :

$$P_s = 5{,}4\ C^2$$

$r_s = 0{,}05$ L (L longueur de l'aussière terminée)

r_s raccourcissement des torons pendant le supplément de tors.

La difficulté d'apprécier la valeur de P_s rend le mode d'application de cette règle très défectueux et produit pour des cordages de même espèce de graves anomalies. Nous n'insisterons pas sur ce point que l'on pourra mieux éclaircir en lisant les rapports spéciaux sur la matière.

Les règles de M. Hubert peuvent donc se démontrer ainsi :

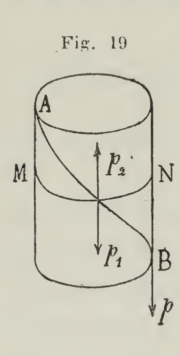
Règles de la fabrication des torons $\left\{ \begin{array}{l} nD = 184 \\ P_0 = \frac{D^2}{2} \end{array} \right.$

Règles du supplément de tors $\left\{ \begin{array}{l} P_s = 5{,}4\ C^2 \\ r_s = 0{,}05\ L \end{array} \right.$

33. Commettage. — Maintenant que l'on

connaît les règles de la fabrication du toron, on est en droit de se demander pourquoi ce toron n'est pas employé immédiatement dans la pratique. Il est facile de voir que cet assemblage de fils constitue un cordage instable qui tend à se détordre sous l'application d'une charge quelconque. Considérons, en effet (*fig.* 19) un des fils AB du toron enroulé en hélice et soumis à l'action de la force p; coupons le toron par la section MN et au point C de rencontre avec le fil considéré, appliquons deux forces p_1 et p_2 égales et parallèles à p. La force p_1 est détruite par la réaction de la partie supérieure du toron. Quant aux forces p et p_2 elles produisent un couple qui provoque d'une part le serrage du toron et de l'autre sa détorsion. Un tel assemblage serait donc d'un très mauvais usage dans la pratique.

Fig. 19



Le commettage en aussière a précisément pour but d'empêcher cette détorsion.

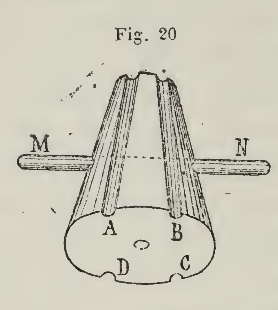
Supposons en effet un certain nombre de torons placés parallèlement côte à côte et rendus solidaires à leurs extrémités ; soumettons-les à l'action d'une charge commune ; leurs forces dé

torsives tendront à les enrouler l'un sur l'autre en sens inverse de leur torsion primitive ; mais l'aussière ainsi formée ne tardera pas à créer également une force détorsive en sens inverse de la précédente, et il arrive un moment où l'équilibre s'établira entre la force détorsive du toron, qui va constamment en diminuant, et celle de l'aussière qui va au contraire en augmentant.

On peut démontrer qu'il est possible de construire une aussière telle que l'équilibre ait lieu quelle que soit la charge à laquelle on la soumette ; mais le cordage ainsi formé aurait trop peu de torsion, il serait mou, peu serré, sans consistance et perméable à l'eau ; on a donc augmenté le degré de torsion au risque de subir un peu les inconvénients signalés plus haut, et l'on a confectionné l'aussière de telle sorte que les torons forment, avec l'axe du cordage, le même angle que les fils avec l'axe des torons. De cette façon, les fils de la surface de l'aussière se trouvent être parallèles à son axe ; cette disposition a été jugée la plus favorable à la durée des cordages, car le frottement a lieu suivant la longueur des fils et leur usure est moindre que s'il se produisait obliquement. On obtient ainsi des cordages suffisamment serrés et tous géométriquement semblables.

34. Toupin. — Pour obtenir un bon commettage, il ne suffit pas, après avoir confectionné les torons comme nous l'avons dit, et leur avoir donné le supplément de tors convenable, de les enrouler les uns sur les autres sans précautions spéciales. Outre qu'ainsi, la torsion aux différents points serait très irrégulière, on voit qu'à chaque tour d'enroulement nécessité par la formation de l'aussière, les torons se détordraient d'un tour et qu'ils ne se trouveraient par conséquent plus dans les conditions requises pour constituer un bon cordage.

Fig. 20



Pour remédier à ce défaut, on pourrait augmenter le supplément de tors des torons d'une quantité égale à la torsion qu'ils prendront pendant le commettage ; mais on reconnaît très vite que ce procédé fatiguerait outre mesure les fils de a surface des torons, et pourrait même les faire rompre. On use alors d'un artifice qui consiste dans l'emploi du toupin.

Le toupin (*fig.* 20) est un tronc de cône en bois présentant suivant ses génératrices un nombre de rainures ABCD égal au nombre de torons

à commettre. Les torons viennent s'appuyer dans chacune des rainures. Une traverse MN perpendiculaire à son axe sert à porter le toupin et à lui donner un mouvement de translation parallèle à son axe.

Ceci posé, les trois ou quatre torons sont fixés à une de leurs extrémités sur un nombre égal de crochets faisant partie d'un *chantier fixe*, mais pouvant recevoir un mouvement de rotation déterminé autour de leurs axes ; à l'autre extrémité, tous les torons sont réunis sur le même crochet d'un *chariot mobile* qui reçoit également un mouvement de rotation déterminé.

On place le toupin entre les torons aussi près que possible du crochet du chariot mobile, et l'on communique à celui-ci un mouvement de rotation convenable pour enrouler les torons les uns sur les autres ; en même temps, on déplace le toupin en l'éloignant du chariot, et le commettage se produit. On voit qu'à chaque tour du crochet du chariot mobile correspond une détorsion d'un tour pour chacun des torons ; si ceux-ci ne frottaient en aucune façon sur le toupin, cette détorsion se propagerait jusqu'aux crochets du chantier, et pour restituer aux différents torons, la torsion qu'ils ont perdue, il suffirait de faire tourner les crochets du chantier d'une quan-

tité égale et inverse à celle du chariot. Mais le frottement des torons sur le toupin, quelque lisses que soient ses parois, empêche la propagation complète de la détorsion ; il en résulte que, pour qu'à chaque instant du commettage les torons se trouvent dans le même état qu'à l'instant initial, il faudra faire tourner les crochets du chantier à une vitesse un peu moindre que celle du crochet du chariot.

A la corderie de Brest, le rapport admis entre les deux vitesses de rotation est $\frac{100}{116}$; malheureusement ce rapport qui est une valeur moyenne des résultats d'observation ne convient pas également pour tous les cordages. On peut donc dire que tant que le toupin ne sera pas remplacé par un instrument plus parfait, le commettage entraînera toujours des imperfections et des irrégularités dans la constitution intime des cordages. Par suite de l'enroulement des torons, le cordage tend à se raccourcir et le chariot à se rapprocher du chantier fixe. On laisse ce mouvement se produire tout en lui opposant une certaine résistance qui donne à l'aussière une certaine tension nécessaire pour forcer les torons à s'appliquer les uns sur les autres et à former un cordage serré suffisamment imperméable à l'humidité.

La valeur de cette tension de commettage est une question d'expérience ; mais il est rationnel et simple de la prendre proportionnelle à la section du cordage ou au carré de la circonférence. On démontre que, dans ces conditions, le raccourcissement des différents cordages aura la même valeur par mètre, et qu'ils resteront géométriquement semblables.

Les règles du commettage seront donc :

$P_c = KC^2$ (P_c traction pendant le commettage).
$r_c = aL$ (r_c raccourcissement pendant le commettage).

Les valeurs numériques fixées par M. Hubert en 1821 et encore admises pour la fabrication des aussières proprement dites sont :

$P_c = 5{,}4\ C^2$ (C exprimé en centimètres).
$r_c = 0{,}160\ L$ (L longueur de l'aussière terminée).

La valeur de P_c est la même que celle de la tension pendant le supplément du tors.

Le rapport entre la circonférence d'une aussière et le diamètre des torons qui la constituent est donnée par l'expérience.

Pour des aussières à trois torons, on a :

$d = 0{,}175\ C$ (d et C étant exprimés en millimètres).

Pour des aussières à 4 torons, on a :

$$d = 0,150\,C$$

Les quatre torons laissent entre eux un vide dans le centre de l'aussière ; on comble ce vide en y plaçant une mèche formée de fils tordus dans le même sens que l'aussière et dont le diamètre est à peu près les $\frac{2}{3}$ de celui du toron. Le toupin est, dans ce cas, percé d'un trou suivant son axe pour permettre le passage de la mèche.

35. Modifications aux règles de M. Hubert. — Depuis un certain nombre d'années, à la corderie de Brest, on a modifié les règles de M. Hubert pour la confection des aussières en ce qui concerne le raccourcissement pendant le supplément de tors et la tension pendant cette opération et pendant le commettage.

L'expérience avait montré que les aussières de petites dimensions confectionnées d'après les règles de 1821 étaient trop molles. Ce défaut provenait d'un excès de détorsion des fils dans la fabrication des torons. D'après la règle $nD = C^{te}$, on voit que pour des torons de même longueur, la valeur de n variant en raison inverse de D, la détorsion est plus sensible sur les fils des petits

torons que sur ceux des gros. Pour remédier à la mollesse des cordages, on a augmenté la torsion supplémentaire pour les petites dimensions et, pour la même raison, on a été conduit à augmenter la tension pendant le supplément de tors et le commettage. On adopte aujourd'hui les valeurs suivantes :

Confection des aussières.	Raccourcissement pendant le supplément de tors	Tension pendant le supplément de tors et le commettage.
de 55 à 65mm	0,10 L	6, 5 C^2
// 70 à 85 //	0,09 L	6, 0 C^2
// 90 à 100 //	0,08 L	5,75 C^2
// 105 à 115 //	0,06 L	5, 4 C^2
// 120 à 200 // [1]	0,05 L	5, 4 C^2

Pour les gros cordages, on a remarqué qu'il se produisait fréquemment des ruptures à la surface pendant le supplément de tors quand on veut pousser le raccourcissement jusqu'à 0,05 L. Par suite au delà de 200 millimètres, on le réduit à 0,04 L. Ces pratiques nouvelles ont été approuvées par décision ministérielle.

L'aussière construite ainsi que nous l'avons

(1) Règles de M. Hubert.

dit et soumise à une charge déterminée tend à se détordre, mais nous avons montré que la réaction des torons agissant en sens inverse, elle ne tarde pas à prendre une position d'équilibre stable et qui dépend de la force de traction.

36. Ralingues. — Les ralingues sont des cordages en trois torons qui servent à faire les bordures des voiles ; ce sont donc à proprement parler des aussières, mais on les fabrique d'après des règles spéciales qui leur donnent moins de raideur, plus de résistance, et moins d'allongement sous l'action d'une charge déterminée. Ces règles sont les suivantes :

Diamètre du tube de tirage.	$d = 0{,}175\ c$ (d et c en ^{mm}).
Tension pendant le supplément de tors et le commettage	$P_s = P_c = 4{,}8\ c^2$ (c en ^{cm}).
Raccourcissement pendant le supplément de tors .	$r_s = 0{,}065$ L.
Raccourcissement pendant le commettage	$r_c = 0{,}065$ L.

37. Grelins. — Trois ou quatre aussières commises ensemble constituent un grelin. On distinguait autrefois deux espèces de grelins : les grelins en 9 et en 12, c'est-à-dire composés de 3 cordons à 3 torons ou de 4 cordons à 3 torons. Les grelins en 9 se divisaient eux-mêmes en câbles et en grelins proprement dits, ce der-

nier terme s'appliquant plus spécialement aux grelins en 9 au-dessous de 325 millimètres. Actuellement la corderie de Brest ne confectionne plus que des grelins en 9.

Les 9 torons, tirés au tube, reçoivent un supplément de torsion, puis sont commis en aussières 3 par 3. Ces trois cordons reçoivent, à leur tour, un supplément de torsion, puis sont commis au toupin, absolument comme trois torons. Voici les règles numériques que l'expérience a consacrées pour les différentes phases de cette fabrication. C désigne la circonférence du grelin.

Diamètre du tube de tirage . . .	$d = 0.091$ C (d et C en mm).
Tension pendant le supplément de tors des torons et leur commettage en cordons	1,305 C^2 (C en cm)
Raccourcissement des torons pendant le supplément de tors . .	0,04 L.
Raccourcissement pendant le commettage en cordons	0,10 L.
Tension pendant le supplément de tors et le commettage des cordons en grelins (pour l'ensemble du grelin)	2,789 C^2.
Raccourcissement des cordons pendant le supplément du tors.	0, 055 L.
Raccourcissement des cordons pendant l'assemblage	0,10 L.

Les grelins ne sont pas encore des cordages

en équilibre stable, toutefois, ils se rapprochent plus de cet état que les aussières.

38. Description d'un chantier de commettage. — Maintenant que nous connaissons les règles théoriques qui doivent présider à la confection des cordages, nous allons indiquer la manière de les appliquer dans la pratique par la description d'un des chantiers du grand commettage de la corderie de Brest.

Un arbre A (*fig* 21) mû par la machine de l'atelier porte une poulie à gorge B sur laquelle s'enroule une corde sans fin *cc* qui fait retour à l'autre extrémité de l'atelier sur une seconde poulie D, en passant dans son parcours, sur un réa porté par un arbre F dépendant du chantier fixe G. Un embrayage permet de rendre, à volonté, la poulie folle sur l'arbre ou solidaire de cet arbre.

Entre l'arbre A et le chantier fixe se trouve un double plantage H en arcs de cercle. Le chantier fixe se compose d'un banc ou bâti métallique portant à sa partie supérieure deux porte-tubes *b* pouvant recevoir chacun 4 tubes et à l'avant desquels se trouvent deux plaques de fer *p* percées de trous disposés suivant des cercles concentriques formant ce qu'on appelle une passoire. Sur

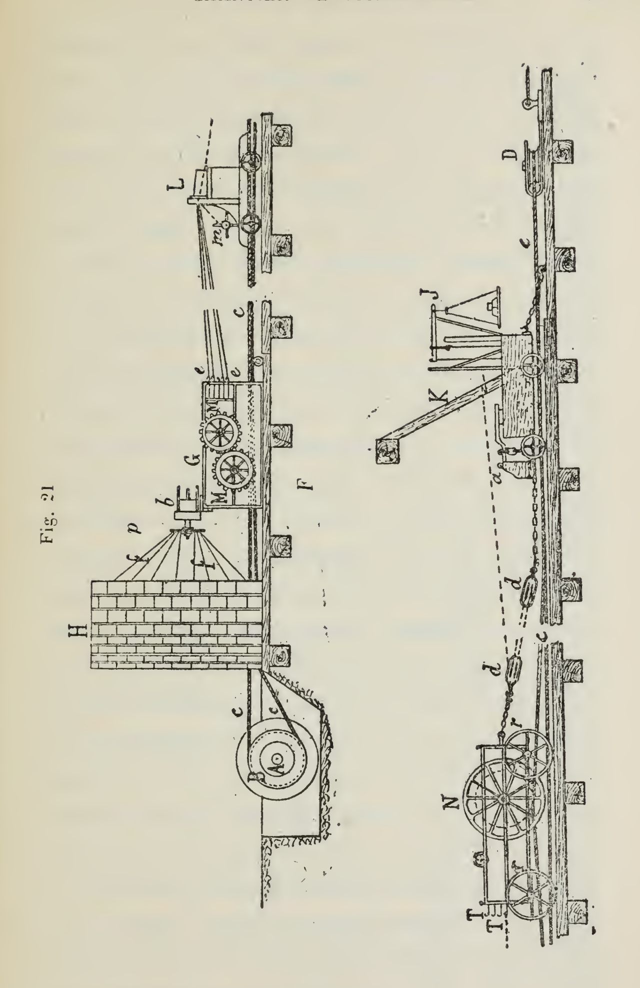
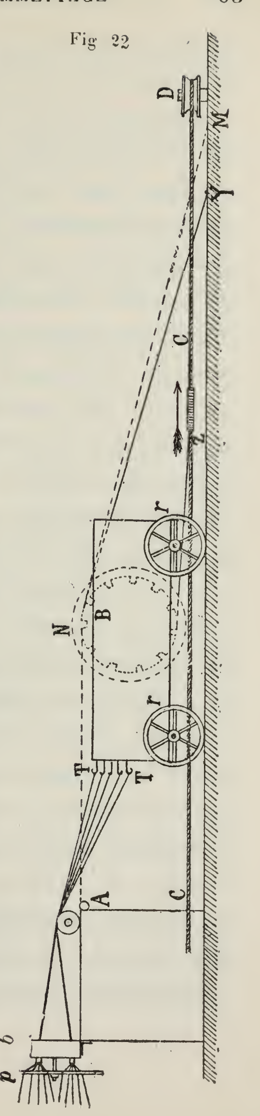


Fig. 21

chaque plaque il y a 4 passoires correspondant aux 4 tubes. Le nombre des trous va en augmentant d'un cercle à l'autre suivant la règle suivante 1, 7, 14, 21, 28... Les fils *ff* venant des plantages traversent les passoires, puis s'engagent dans les tubes qui sont en fonte, légèrement évasés à l'entrée et cylindriques sur le reste de leur longueur. Ces tubes sont calibrés au diamètre du toron que l'on veut obtenir ; le nombre des fils que l'on y introduit est calculé, comme nous l'avons vu, de telle sorte que l'on ne puissse les y faire passer qu'en soumettant le toron à la traction déterminée pour son assemblage. On admet en outre qu'à leur sortie du tube, tous les fils supportent la même tension. C'est évidemment là le point faible de la fabrication des cordages. Les passoires sont nécessaires pour maintenir les fils dans leurs positions respectives dans le toron et empêcher ceux qui sont au centre de venir à la circonférence et inversement. Elles sont donc de toute nécessité pour obtenir un toron régulier. Pour le supplément de tors et le commettage, l'arbre F commande par l'intermédiaire des deux roues dentées MM et de pignons convenables, 3 groupes de 4 crochets *ee* en sorte qu'on peut commettre à la fois 3 aussières. Des embrayages permettent de faire



tourner les crochets dans un sens ou dans l'autre suivant qu'il s'agit de donner le supplément de tors ou, au contraire, de procéder au commettage.

Le carré ou chariot de tirage se compose d'un bâti muni de 4 roues *rr* qui se déplacent sur des rails. Il porte une grande roue ou tambour N sur laquelle sont disposées des molettes qu'on peut au moyen de vis écarter ou rapprocher du centre de la roue. Par l'intermédiaire de jeux variés de roues et de pignons, le mouvement de rotation du tambour N produit par l'enroulement sur les molettes de la corde sans fin *c* se transmet réduit dans un certain rapport à un arbre portant une roue qui engrène avec les 12 pignons de 12 crochets ou manivelles TTT Un em-

brayage permet de faire tourner les crochets dans un sens ou dans l'autre.

Supposons qu'on veuille fabriquer des torons. Le carré est amené près du chantier (*fig.* 22) et on fixe à ses crochets les faisceaux de fils qui doivent former les différents torons et qui ont passé dans les passoires et les tubes. C'est pour cette raison que ce procédé de fabrication porte le nom de *tirage au tube des torons*. La corde sans fin passe seulement sur les deux poulies extrêmes de l'atelier B et D et sur le réa du chantier qui est rendu fou sur l'arbre F ; elle ne passe plus sur les molettes du tambour du chariot. On dispose sur ces molettes une drisse de halage qui fait dormant à une de ses extrémités en un point fixe Y et vient se capeler à l'autre en un point Z sur la corde sans fin. Le mouvement de celle-ci entraînera donc le chariot et la drisse de halage fera tourner le tambour avec une vitesse proportionnelle à son déplacement. La vitesse de rotation des crochets étant proportionnelle à celle des tambours, les fils s'enroulent donc en hélice. Pour éviter les glissements de la drisse de halage sur les molettes du tambour, on emploie une directrice ABM qui fait dormant en deux points fixes A et M aux extrémités de l'atelier, et s'enroule sur les mo-

lettes du tambour placées du côté opposé à celles de la drisse de halage.

Pour que la règle $\frac{H}{D} = c^{te}$ soit remplie, la position des molettes est réglée de telle façon que le diamètre d'enroulement de la drisse de halage varie avec le diamètre du tube de tirage. En même temps, trois jeux différents de pignons peuvent être interposés entre l'arbre de la roue N et l'arbre de la roue qui commande le mouvement des crochets T.

En réalité, au lieu d'avoir constamment $H = 5{,}42D$, on obtient les rapports suivants : 5,45, 5,65 et 5,24 suivant la grosseur des torons. La position des molettes est réglée au moyen d'une jauge construite une fois pour toutes.

Pour le supplément de tors et le commettage, on enlève la drisse de halage et la directrice, et on fait passer la corde sans fin sur les molettes du tambour. Puis on embraie le réa du chantier et les pignons du chantier et du carré de façon à faire tourner les crochets d'abord dans un sens pour le supplément de tors, ensuite en sens inverse pour le commettage.

Pour régler la tension pendant ces deux opérations, un palan *dd* (*fig.* 21) est frappé d'une part sur le chariot, d'autre part, sur une chaîne

qui vient exercer un effort de traction en un point d'un levier qui peut tourner autour d'un axe a et qui vient appuyer par son extrémité sur le plateau d'une bascule. Le courant du palan vient faire un tour mort sur un montant en bois K et un homme le tient à la main. On constitue ainsi un frein à corde qui permet d'exercer sur le chariot un effort de retenue réglé à l'avance par les poids que l'on dépose dans le plateau de la bascule. L'ouvrier laisse courir le palon à la demande de manière à maintenir horizontal le fléau J de la romaine. C'est ce procédé de retenue que nous avons critiqué dans l'étude théorique de la fabrication des cordages. On voit en effet combien il est difficile de se rendre compte des erreurs commises dans l'évaluation de la force de retenue, par suite de la raideur des cordes du palan, des erreurs d'évaluation des bras de levier en jeu et des frottements de toute nature qui s'exercent dans l'appareil.

Le toupin est porté, pour les cordages un peu fort, par un chariot spécial L qui roule sur les mêmes rails que le carré, mais qui n'est pas conduit mécaniquement. Il se déplace sous la seule action de la poussée que le cordage en se commettant exerce sur le toupin. Pour éviter, autant que possible, les saccades, deux hommes

modèrent le mouvement de ce chariot au moyen de livardes qu'ils tiennent à la main et qui font un ou deux tours sur la partie déjà confectionnée du cordage. Ce même chariot porte la bobine sur laquelle est enroulée la mèche qui passe, comme nous l'avons dit, dans un trou pratiqué au centre du toupin et vient se fixer sur le crochet du carré qui porte déjà les torons à commettre.

Le tableau ci-dessous résume les conditions de fabrication des aussières, ralingues et grelins à 9 torons telles que nous les avons déjà indiquées, mais appliquées à une pièce de 200 mètres qui est la longueur pratique à laquelle on confectionne d'ordinaire tous les cordages. On admet qu'à la fin de la confection, il se produit un raccourcissement d'un mètre environ au moment où l'on enlève la pièce de ses crochets ou d'entre les fers.

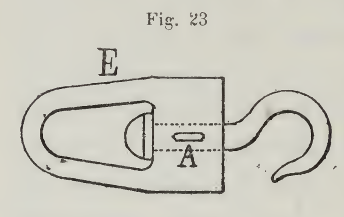
39. Tableau résumé des conditions de fabrication des aussières, ralingues et grelins.

	Aussières à 4 torons						Ralingues	Grelins à 9 torons
	de 55 à 65mm	de 70 à 85mm	de 90 à 100mm	de 105 à 115mm	de 120 à 200mm	au-dessus de 200mm		
Diamètre du tube de tirage (en centimètres)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,175	0,091
Tension pendant le supplément de tors et le commettage des torons en aussières, ralingues ou cordons (en centimètres carrés)	6,5	6,0	5,75	5,4	5,4	5,4	4,8	1,305
Tension pendant le supplément de tors des cordons et leur commettage en grelins (en centimètres carrés)	//	//	//	//	//	//	//	2,789
Longueur des torons (en mètres)	253	251	249	245	243	241	227	260
Raccourcissement avant l'assemblage en aussière (en mètres)	20	18	16	12	10	8	13	8
Raccourcissement pendant l'assemblage en aussière (en mètres)	32	32	32	32	32	32	13	20
Raccourcissement avant l'assemblage en grelin (en mètres)	//	//	//	//	//	//	//	11
Raccourcissement pendant l'assemblage en grelin (en mètres)	//	//	//	//	//	//	//	20
Raccourcissement total (en mètres)	52	50	48	44	42	40	26	59
Longueur de la pièce (en mètres) entre les fers	201	201	201	201	201	201	201	201
Longueur de la pièce (en mètres) hors des fers	200	200	200	200	200	200	200	200

40. Ourdissage et commettage à l'émerillon. — Le premier procédé employé dans la confection des cordages et qui ne sert plus aujourd'hui que pour de très petites dimensions, était l'ourdissage. On prend un certain nombre de faisceaux de fils parallèles et de même longueur. On les fixe à une de leurs extrémités sur les crochets d'un chantier fixe et à l'autre sur le crochet unique d'un carré mobile. On maintient fixe le crochet du carré pendant que l'on communique aux crochets du chantier un mouvement de rotation en sens inverse de la torsion des fils. Les fils s'enroulent les uns sur les autres en produisant des torons. Par suite de l'enroulement, les torons diminuent de longueur ; on laisse ce raccourcissement s'opérer sous une charge déterminée. Autrefois, le carré était chargé de poids et glissait librement sur le sol de l'atelier ; la charge pendant la confection des torons était ainsi très irrégulière ; aujourd'hui, on emploie comme dans le grand commettage un chariot roulant sur des rails, et retenu par un palan qu'on laisse filer à la demande, mais la tension est mesurée par un dynamomètre à ressorts au lieu de l'être par une romaine. Quand on juge la torsion suffisante, ce qu'on estime au moyen du raccourcissement produit,

on procède au commettage. On place le toupin entre les torons et tout en continuant à donner le mouvement de rotation aux crochets du chantier, on laisse tourner librement le crochet du carré dans son *émerillon*. Un crochet à émerillon (*fig.* 23) est un crochet ordinaire terminé par un étrier E percé d'un trou pour le passage d'un boulon. Le crochet tourne autour du boulon. On empêche ce mouvement, soit en plaçant le toupin entre les torons très près du carré et en le maintenant en position fixe, soit au moyen d'une clavette A qui traverse l'étrier et le boulon. Pendant le commettage à l'émerillon, le cordage formé diminue de longueur ; on ne laisse ce raccourcissement se produire que sous une charge déterminée par le procédé décrit plus haut.

Fig. 23



Ce procédé exige que les torons aient une grande force détorsive au moment de leur assemblage ou autrement dit qu'ils soient très fortement tordus avant le commettage. Pour les petites aussières, les fils qui composent les torons sont coupés à une longueur de 1,42L

(soit 284 mètres pour une pièce de 200 mètres). Sous une tension de 7 C^2 on les tord jusqu'à ce qu'ils soient ramenés à une longueur de 1,165L (soit 233 mètres).

Pendant le commettage et sous la même charge, le raccourcissement les amène à une valeur voisine de L, mais qui varie un peu avec la rapidité de la marche de l'ouvrier qui guide le toupin. On achève de ramener à la longueur de 200 mètres au moyen d'un faux tors qui se donne avec les crochets du chantier, l'autre extrémité de l'aussière étant retenue par une force déterminée.

Le faux tors consiste à donner un complément de torsion à l'aussière dans le sens même du commettage. On voit que ce faux tors diminue la fatigue des fils extérieurs des torons. Cette pratique a sa raison d'être dans la fabrication des cordages par la méthode de l'ourdissage, car il est facile de voir que par ce procédé les fils extérieurs des torons sont plus tendus que les fils du centre ; il est donc naturel de chercher à égaliser un peu la tension des fils à la fin de l'opération du commettage. On ne donne pas de faux-tors aux cordages fabriqués par le procédé du tirage au tube, puisque ce procédé est précisément basé sur l'hypothèse que tous les

fils possèdent la même tension dans le toron à leur sortie du tube.

41. Poids des aussières, ralingues et grelins. — Pour des cordages de même espèce, le poids d'une pièce de 200 mètres est sensiblement proportionnelle à la section ou au carré de la circonférence de la pièce. Ce poids s'exprime par les chiffres suivants pour des cordages goudronnés.

Pour les aussières.	$1,8\ C^2$	est exprimé en c/m et le poids en kg.
Pour les ralingues	$1,6\ C^2$	
Pour les grelins à 9 torons.	$1,68\ C^2$	

Ainsi, une aussière goudronnée de 200 mètres de longueur et de 150 millimètres de circonférence pèse environ $1.8 \times (15)^2 = 405$ kilogrammes. Le poids du cordage blanc est environ les $\frac{88}{100}$ du poids du cordage goudronné de même espèce et de mêmes dimensions.

42. Résistance des cordages. — Un cordage confectionné par les méthodes précédentes n'est pas homogène dans toute sa longueur, ce qui tient à l'imperfection du toupin, à la transmission incomplète de la torsion donnée par les crochets, etc... L'expérience montre que la par-

tie voisine du chantier est plus lourde et moins résistante que l'extrémité voisine du chariot.

La charge de rupture d'une bonne aussière doit atteindre 50 C^2 (Circonférence du cordage en centimètres). Cette charge équivaut à 6^k28 de la section de l'aussière supposée pleine. L'allongement correspondant à la rupture est en moyenne de 10 à 12 %.

L'exposition à l'air dans un magasin bien sec a d'abord pour effet d'augmenter un peu la résistance du cordage goudronné, ce qui tient à ce que le goudron sèche et que les fils ont moins de tendance à glisser les uns sur les autres; mais au bout de 3 à 4 mois, le goudron commence à détruire le cordage qui, au bout d'un an, a déjà perdu 10 à 12 % de sa résistance.

Dans l'eau de mer, un cordage goudronné perd en 3 mois 30 ou 40 % de sa résistance primitive.

Dans l'eau douce, le même cordage perd, en 4 mois, 90 % de sa résistance, c'est-à-dire est complètement détruit. La destruction dans l'eau d'un cordage blanc est encore plus rapide. Dans un magasin bien sec, le cordage blanc se conserve presque indéfiniment. Toutes choses égales d'ailleurs, un grelin est moins résistant qu'une aussière de même poids.

CHAPITRE IV

—

CONSERVATION ET RECETTE DU CHANVRE ET DU FIL DE CARET

43. Conservation du chanvre. — Quand des quantités assez importantes de chanvre doivent rester en magasin avant leur mise en œuvre, il est nécessaire de prendre certaines précautions spéciales pour en assurer la bonne conservation. Le chanvre ne doit être mis en magasin que parfaitement sec. Les balles sont empilées en meules autour desquelles on doit pouvoir accéder de tous côtés.

Il faut éviter avec soin l'humidité, la chaleur et l'air stagnant qui favorisent la corruption.

On sonde de temps en temps à la main l'intérieur des meules.

Une fois par an, on défait les meules, et on les change de place en les visitant et en les aérant.

44. Conservation du fil de caret. — Le fil de caret reçu directement de l'industrie est enroulé sur des tourets.

On reçoit toujours le fil non goudronné et on le goudronne le plus tôt possible. L'atelier est obligé d'avoir toujours un approvisionnement important de fil de caret goudronné.

On doit prendre pour le fil blanc les mêmes précautions générales que pour la conservation du chanvre.

45. Recette du chanvre et du fil de caret. — Le chanvre doit être visité poignée par poignée. On met de côté les poignées qui renferment trop de chènevottes ou dont les brins ne sont pas assez assouplis et divisés pour dispenser de l'espadage. Ces poignées sont rendues au fournisseur qui paie les frais de main d'œuvre auquel ce triage a conduit dans la proportion du chanvre rebuté au chanvre admis. Cet examen

du chanvre est *obligatoire*. La Commission de recette fait ensuite prendre au hasard dans la livraison présentée la quantité de chanvre qu'elle juge convenable.

Elle le fait peser. Puis on procède au peignage et au filage et après chacune de ces opérations on prend le poids avec soin.

Le peignage doit être exécuté par des ouvriers pris indistinctement parmi ceux qui jouissent des salaires les plus élevés dans l'atelier.

On procède au peignage par une seule opération, mais en reprenant dans le peigne les brins courts propres au filage, de manière à extraire d'un quintal 92 kilogrammes de matière destinée à être filée immédiatement sans aucune préparation.

On filera le chanvre ainsi obtenu par les métiers en usage dans les arsenaux de la marine, de manière à obtenir des fils de 144 mètres de longueur, de 8 à 9 millimètres de circonférence et d'environ 55 hélices par mètre courant.

Si, par défaut de longueur ou d'épuration, les fils ne sont pas unis et calibrés au degré nécessaire, l'épreuve n'est pas poussée plus loin.

Si, au lieu de chanvre, on procède à la recette de fils de caret, celui-ci devra être livré *non*

goudronné, sans avoir subi aucun lissage extérieur, enroulé sur des tourets qui auront été tarés en présence d'un agent de la marine.

Le fil doit être enroulé avec soin, ne présenter ni solution de continuité, ni croisure, ni bridure, de manière que le dévidage puisse être fait sans obstacle. Le poids du fil de chaque touret ne doit pas dépasser 300 kilogrammes.

Le fil sera bien calibré, sa circonférence aura de 8 à 9 millimètres. Le nombre des hélices par mètre variera en moyenne de 50 à 60 pour le fil à la main, et de 55 à 60 pour le fil au métier.

La Commission fera dévider un certain nombre des tourets présentés, afin de s'assurer de l'état et de la qualité des diverses couches de fil.

L'aspect du fil ne devra pas être pelucheux et hérissé à l'excès. La tolérance sur la circonférence sera de un demi millimètre en plus ou en moins sur le maximum et le minimum.

Ces différences dans la circonférence ne devront pas se présenter sous forme d'étranglements ou de nodosités. Le fil devra être aussi régulier que possible.

Les tourets dont le fil ne satisfait pas à ces premières conditions sont rebutés et si leur

nombre dépasse le dixième de la livraison, celle-ci est rebutée.

La marine se réserve, en général, le droit d'employer ses propres tourets quand elle en a de disponibles.

Les épreuves à faire sur les fils de caret livrés directement ou provenant des chanvres sont les mêmes.

46. Quarantenier. — Il est fait dans les deux cas deux *quaranteniers*. Dans le cas du fil provenant de chanvre, on prélève sur les bouts de 144 mètres, les longueurs nécessaires en ayant soin de les prendre dans le milieu du fil pour éviter les anomalies.

Les *quaranteniers* sont composés de 24 fils blancs et ourdis à 48 mètres de longueur.

La fabrication du quarantenier aura lieu de la manière suivante.

Le raccourcissement des torons par la torsion qui précède l'assemblage sera de $\frac{1}{6}$, c'est-à-dire 8 mètres.

Le raccourcissement pendant l'assemblage sera de $\frac{1}{12}$ de l'ourdissage, c'est-à-dire de 4 mètres.

Pendant ces deux phases de l'opération, la résistance éprouvée par le carré à suivre le raccourcissement sera de 120 kilogrammes ; elle

sera mesurée au dynamomètre et obtenue par le frottement sur un sol uniforme, ou par la retenue d'un palan réglé au moyen des indications d'une balance. On terminera l'opération par un faux tors qui sera de $\frac{1}{24}$ de l'ourdissage soit 2 mètres, mais sous une tension égale à la moitié de la précédente seulement, c'est-à-dire 60 kilogrammes.

La longueur définitive sera ainsi de 34 mètres. La pièce étant finie sera frottée à la livarde et allongée de deux mètres de façon à être ramenée à 36 mètres.

Aussitôt après, elle sera détendue. On mesurera sa circonférence en divers points. Elle devra peu différer de 47 millimètres.

Douze heures au moins après l'achèvement de leur confection, les quaranteniers seront portés au cabinet d'épreuve. On retranchera à chaque extrémité une longueur telle que le quarantenier se trouve réduit à 24 mètres. On le partagera alors en 6 bouts de 4 mètres. Les 6 bouts seront éprouvés séparément à la romaine de rupture de M. Hubert en présence de la Commission.

Avant cette opération, les 6 bouts seront pesés collectivement, et le $\frac{1}{6}$ du poids total sera considéré comme le poids de chacun d'eux. On procé-

dera ensuite à la confection d'un cul-de-porc aux deux extrémités pour la fixation sur la romaine où ils seront rompus. Les six indications seront notées. La plus forte et la plus faible seront écartées et la moyenne des 4 autres sera considérée comme la force de rupture du quarantenier ainsi éprouvé. Ici intervient une correction nécessaire relative au poids des bouts rompus. On a reconnu par un grand nombre d'expériences que la moyenne du poids des bouts de 4 mètres et de 47 millimètres de circonférence était de 700 grammes. Comme pendant la confection, on ne peut jamais arriver exactement à ce chiffre de 700 grammes, on multiplie la force de rupture moyenne trouvée plus haut par le rapport $\frac{700}{p}$, p étant la moyenne calculée des six bouts de 4 mètres. La moyenne des deux résultats obtenus par les deux quaranteniers sera considérée comme exprimant la force de rupture du fil à recevoir. Elle ne devra pas être inférieure à 1800 kilogrammes chiffre sur lequel il ne sera accordé *aucune* tolérance. Si une première épreuve ne donne pas de résultats satisfaisants, la même Commission procède à une seconde épreuve identique, et on prend la moyenne des résultats.

Voici un tableau résumé des épreuves :

47. Tableau résumé des épreuves de recette des fils de caret dans la marine

Désignation des quaranteniers	Poids total des 6 bouts	Poids moyen	Nos des bouts	Effort de rupture	Effort moyen après écart du maximum et du minimum	Force de rupture du quarantenier ramené au poids type de 700 grammes	Observations
1er quarantenier	4kg,080	680gr	1	1740	1740	1791,17	(1) Nombres à écarter — Après l'admission, on procède au pesage du fil en diminuant la tare des tourets.
			2	1760			
			3	1750			
			4	1700 (1)			
			5	1710			
			6	1780 (1)			
2e quarantenier	4kg,180	695gr	1	1760 (1)	1803	1815,97	
			2	1810			
			3	1805			
			4	1820 (1)			
			5	1790			
			6	1807			
Moyenne des deux quaranteniers qui ne doit pas être inférieure à 1800 kilogrammes :						1803,57	

CHAPITRE V

—

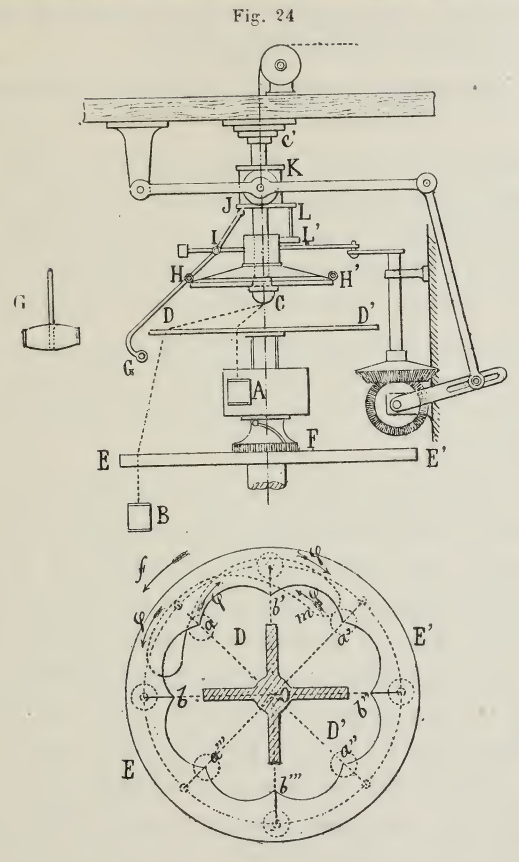
DRISSES, DROSSES ET MENUS CORDAGES

48. Drisses. — Les drisses de pavillon diffèrent des autres cordages en ce sens qu'elles ne doivent pas se détordre lorsqu'elles sont chargées. Pour cela, on les confectionne avec deux séries de cordons tournant en sens contraire autour d'une mèche centrale, et se croisant deux à deux alternativement comme un cordonnet.

Autrefois, on confectionnait les drisses avec la machine du passementier, mais le résultat laissait à désirer. On ne pouvait fabriquer au-dessus de 27 millimètres de circonférence : la drisse était molle, lâche et irrégulière, parce que la tension des fils était insuffisante ; de plus, il fallait employer des fils très fins.

M. Reech a imaginé une machine très ingé-

Fig. 24



nieuse (*fig.* 24) qui n'a que le défaut de marcher un peu lentement. La drisse se fait avec 8 cor-

dons formés chacun de 4 fils à voiles. 4 cordons tournent dans un sens et les 4 autres en sens contraire en croisant les premiers.

Les cordons provenant de 4 bobines telles que A et de 4 bobines telles que B viennent se réunir au bas d'un tube CC′ fixé verticalement à la charpente de la machine. Ces cordons reposent dans huit échancrures pratiquées sur le pourtour d'un plateau fixe DD′ ; les 4 cordons correspondant aux bobines inférieures B passent dans 4 trous pratiqués dans un plateau EE′ qui peut se mouvoir dans le sens de la flèche f, mais dont le mouvement en sens contraire est empêché par un rochet F.

Considérons les fils b' et a. Si on soulève b' pour le dégager de son encoche, et qu'on le fasse passer par dessus a pour l'amener en b, en même temps on enverra b'' en b', b''' en b'' et b en b'''. On aura un croisement de tous les fils b sur les fils a. Ensuite, on prendra a, et on le conduira en a' en passant par dessus le fil qui se trouve maintenant en b' et de même pour les autres.

On produira un nouveau croisement, et ainsi de suite. Ces croisements se font à l'orifice du tube C et il suffira d'exercer sur la drisse formée une tension un peu supérieure au poids de toutes les bobines.

Pour produire mécaniquement ce transport alternatif des cordons, on se sert d'une main G à deux encoches qu'on oblige à décrire la courbe figurée en ponctué en suivant le sens des flèches φ.

Prenons cette main à partir de *m*, elle saisit d'abord le fil *b'* et vient le déposer en *b* ; elle saisit alors le fil *a* et le dépose en *a'*, etc. Trois autres mains identiques travaillent dans les autres quadrants.

On obtient ce mouvement en fixant la main G' à l'extrémité d'un levier GHI dont le pivot H est porté par un plateau HH' qui peut tourner autour du tube CC' ; en même temps, on fait osciller le levier au moyen d'une bielle IJ rattachée à un manchon K qui peut glisser sur le même arbre. Le plateau HH' entraîne du reste le manchon K dans sa rotation au moyen d'une broche L et d'une douille L', de sorte que le plan du système articulé HIJ passe toujours par l'axe de l'appareil. Si maintenant on donne au plateau HH' une rotation alternative d'une amplitude angulaire égale à l'angle *a' ab*, et si en même temps on donne au manchon K deux oscillations verticales complètes, on voit que la combinaison des deux mouvements fera parcourir à la main la courbe *m* à la condition qu'il y ait une

différence de phase entre ces deux mouvements oscillatoires.

Le déroulement du fil de la bobine se produit quand la branche supérieure d'un levier fixé sur cette bobine vient rencontrer le plateau EE′ ou la main GG′. Le crochet qui maintient le fil se dégage alors d'une étoile fixée à la bobine, et le déroulement se produit jusqu'à ce que le levier revienne à sa première position par l'action d'un ressort de rappel.

Des écrans fixes empêchent les bobines *a* de se choquer dans leur mouvement. On produit une tension constante sur la drisse confectionnée au moyen d'un palan chargé d'un poids.

49. Différentes espèces de cordages. — On nomme lignes de petits cordages confectionnés par ourdissage et composés de trois torons n'ayant en général qu'un très petit nombre de fils, de grosseur variable suivant la dimension à obtenir.

Ainsi les *lignes* dites *de pêche et d'amarrage* ont trois torons de chacun deux fils, la circonférence de ceux-ci variant depuis $1^{mm},5$ jusqu'à 7 ou 8 millimètres.

Les *lignes de loch* ont aussi trois torons de chacun deux fils.

Les *lignes de sonde* ont trois torons de 2, 4, 5, 8, 9 et jusqu'à 12 fils suivant leur grosseur.

Le *luzin* est un petit cordage formé de deux fils fins tordus ensemble.

Le *merlin* est formé de trois fils fins.

Tous ces petits cordages sont achetés blancs à l'industrie. On les goudronne, s'il y a lieu, dans l'arsenal.

Le *bitord*, plus gros que le luzin et le merlin, est formé de deux ou trois fils.

Le *toron* est formé d'un certain nombre de fils de caret tordus ensemble de droite à gauche.

L'aussière est composée de *n* torons tordus de gauche à droite.

n aussières forment le *grelin*.

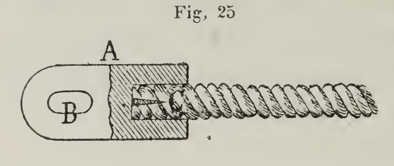
Un *câble* est un gros grelin.

50. Drosses de gouvernail. — Les drosses de gouvernail ont été faites pendant bien longtemps exclusivement en cuir. Aujourd'hui on en fait beaucoup en chaînes, ou encore, dans quelques cas, en cordages métalliques. La raison de l'emploi du cuir au lieu du chanvre pour la confection des drosses, tient à ce fait que les cordages en chanvre offrent trop peu de flexibilité pour se prêter facilement au passage sur de petits réas comme ceux que l'on rencontre dans les

transmissions de mouvement des drosses. Seulement, par cet emploi du cuir, on sacrifie sur la solidité de la transmission à dimensions égales, car le cuir de drosses ne supporte guère à la rupture plus de 3^k8 par millimètre carré, tandis que les cordages en chanvre ne rompent qu'à 7 kilogrammes environ par millimètre carré.

L'emploi des drosses métalliques a pris naissance au moment de l'apparition des navires à vapeur, dans les cas où la drosse devait traverser la chaufferie, et se trouver ainsi exposée à une température assez élevée.

Fig, 25



Pour relier la drosse en cuir et la drosse métallique, sans augmenter sensiblement leur diamètre, pour ne pas gêner le passage de la drosse sur ses poulies guides ou les trous de passage pratiqués dans les barrots, on emploie la disposition suivante :

L'extrémité de la drosse métallique s'engage dans un dé en fer A terminé par un œil B (*fig.* 25). Après avoir légèrement décommis l'extrémité des torons, on y place une épitte C et on chasse fortement le dé sur le bout de cordage ainsi préparé.

On coule ensuite de l'étain dans les interstices qui peuvent exister entre les fils de la drosse et le dé métallique et on obtient ainsi une bonne liaison.

L'extrémité de la drosse en cuir s'engage dans un dé analogue mais coupé suivant un plan longitudinal *ab* (*fig.* 26). L'intérieur du dé est taraudé ; on vient y placer le bout libre de la drosse en cuir, on referme le dé, et on introduit à force une bague D, qni assure un coincement énergique à l'extrémité de la drosse. Le taraudage du dé empêche tout glissement de se produire.

Fig. 26

Quand les drosses sont complètement métalliques, il faut, comme nous le verrons, pour obtenir une flexibilité suffisante, les commettre en grelins. Dans le cas où l'on n'a qu'une certaine longueur de la drosse en cordage métallique, on peut employer des aussières sans aucun inconvénient, surtout si l'on se trouve dans une partie droite, comme au passage de la chaufferie.

Les drosses en cuir se font en lanières de cuir vert qui est plus résistant que le cuir tanné. On choisit des peaux de bœuf de grandes dimensions, on les débourre en les faisant tremper dans un bain de chaux, ou même on les rase ; puis on

les passe dans un bain d'alun qui doit faciliter leur conservation.

La peau, préalablement ramollie par une immersion de quelques heures dans l'eau, est découpée au tranchet ou à la machine en une lanière continue de 5 à 8 millimètres. Il faut donc qu'elle présente une forme régulière et ne soit ni trouée ni fendue.

Une peau donne ainsi de 700 à 1000 mètres de lanière. Le découpage de la peau à la main est long et donne une lanière assez irrégulière, s'il se présente un trou ou une fente, l'ouvrier peut l'éviter et obtenir néanmoins une lanière continue. Le travail à la machine est beaucoup plus rapide, mais il ne permet pas d'éviter un trou et il donne souvent ainsi beaucoup de déchet. On façonne les lanières en cordages par le procédé de l'ourdissage à raison de 2 à 5 fils par toron ; on fait ensuite des aussières en 3 torons, puis des cordages en 4 aussières avec une lanière pour mèche.

On graisse à l'huile de poisson pendant que la drosse est tendue.

Les grands ennemis des drosses à bord sont les rats. L'enduit à l'huile de poisson ne les empêche pas de les attaquer. Depuis quelques années, à Brest, on parvient à les éloigner presque complètement en enduisant les drosses d'une

peinture verte dans la composition de laquelle entre du vert de Schweinfürth.

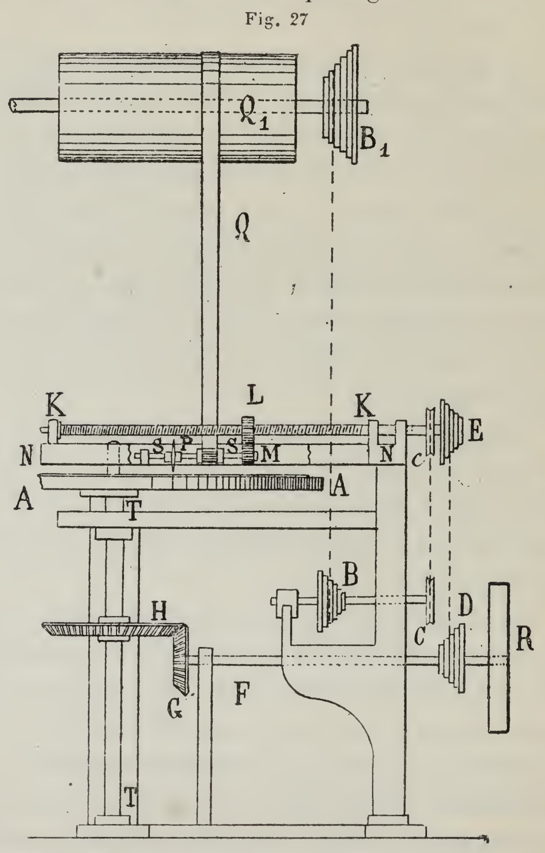
51. Machine à découper les lanières pour drosses de gouvernail. — La machine à découper les peaux de bœuf se compose (*fig.* 27) d'une table horizontale AA clavetée sur un arbre vertical TT passant en son centre et qui sert à centrer la peau et à communiquer à la table un mouvement de rotation. Les engrenages coniques H et G et l'arbre F qui reçoit directement son mouvement de l'arbre de couche de l'atelier, servent à cet effet.

Au-dessus de la table se trouve une vis KK fixée à ses deux extrémités sur un cadre fixe NN. Par l'intermédiaire des poulies E et D, cette vis peut recevoir un mouvement de rotation autour de son axe.

Sur cette vis est monté un écrou L fixé sur un chariot M qui peut se déplacer sur les glissières du cadre NN. On voit que la rotation de la vis autour de son axe fera mouvoir l'écrou qui entraînera ainsi le chariot. Le chariot supporte un petit arbre SS qui porte le couteau circulaire P et une petite poulie π mise en mouvement par la courroie Q, le tambour Q_1 et le jeu de poulies B_1BCC.

Un guide placé de chaque côté du couteau maintient la peau sur son passage.

Fig. 27



Le jeu de cette machine est très simple.

Supposons que l'on communique un mouve-

ment de rotation à l'arbre F au moyen d'une poulie R ; on voit que la table prendra un mouvement de rotation autour de TT. En même temps le chariot MM se déplacera parallèlement à un des rayons de cette table. Le couteau sera donc entraîné dans cette translation, et le mouvement relatif de la table et du couteau donnera une spirale. La peau sera donc découpée en une lanière continue d'épaisseur uniforme, puisque l'avance du couteau sera toujours la même pour un tour complet de la table. Les jeux de poulies de diamètres différents que l'on voit sur la figure, permettent de régler facilement cette épaisseur comme on le désire.

Le couteau doit posséder un mouvement propre, comme il est indiqué, pour bien trancher la peau et ne pas risquer de la refouler sur son passage. On ne pourrait pas, quelque bien affilé qu'il soit, le laisser rouler simplement sur la peau, car il ne la trancherait pas convenablement.

On voit qu'une fois la machine en marche et le découpage commencé, il continue sans l'intervention de l'ouvrier, jusqu'à ce que le couteau soit arrivé au centre du plateau tournant. On ne peut donc, comme nous l'avons dit plus haut, ni éviter un trou, ni utiliser de la façon la plus convenable les parties de la peau extérieure à la plus grande circonférence qu'elle peut contenir.

CHAPITRE VI

—

DIFFÉRENTES MATIÈRES TEXTILES

52. Lin. — Le lin est une plante qui fournit, par un rouissage analogue à celui du chanvre une filasse très remarquable par sa régularité, sa souplesse et la facilité avec laquelle elle se laisse affiner au peignage.

La qualité du lin varie beaucoup suivant le climat ; on peut le cultiver dans toutes les régions et sous toutes les latitudes, mais pour obtenir le lin de qualité supérieure, il faut un climat doux, humide et égal. Le lin s'emploie surtout pour la confection de toiles fines, mais il ne fournit que des cordages de peu de résistance.

53. Coton. — Le coton est tiré de la capsule qui enveloppe la graine d'une plante de la famille des Malvacées. Il est formé des poils implantés sur la graine et qu'on enlève au moment où celle-ci est mûre et où la capsule s'ouvre pour laisser échapper son contenu. Le coton est ainsi récolté à l'état de pureté et n'a, par conséquent, besoin d'être soumis à aucune opération pour être mis en œuvre.

On l'emploie souvent en Amérique pour la confection de menus cordages.

54. Jute. — Le jute vient aux Indes Orientales et dans les régions chaudes de l'Amérique. Le jute est un filament long, souple et soyeux ; il se divise en faisceaux très fins qui se filent avec la plus grande facilité.

La partie ligneuse ne se sépare de la tige qu'après un rouissage beaucoup plus prolongé que pour le chanvre, et qui dure souvent plus de trois semaines.

Le jute est blanc perlé quand on le retire de l'eau ; il devient brun en vieillissant et perd graduellement de sa résistance.

Les cordages que l'on fabrique avec cette matière se coupent aux endroits où l'on fait des nœuds ; on l'emploie, en mélange avec le lin et

le chanvre, pour faire les tissus à bon marché.

55. Ramie. — La ramie, ou ortie de Chine, ou ortie argentée, est une plante qui fournit des fibres textiles d'une grande longueur, d'une grande finesse, et d'une ténacité remarquable. Elle est connue dans le commerce sous le nom de China-grass, ramie, chanvre de Saïgon.

Cette plante donne des touffes de 1 à 4 mètres de hauteur, qui, coupées au ras du sol, reprennent comme l'osier.

On en extrait par le rouissage une filasse d'un blanc brillant et aussi résistante que la soie. D'après les expériences faites, sa résistance serait au moins trois fois celle du chanvre.

Comme la culture de la ramie demande peu de soins, qu'elle peut fournir plusieurs coupes par an dans les pays chauds, cette plante est appelée, si les expériences de résistance sont confirmées, à un grand avenir.

Elle a été introduite depuis quelque temps en Algérie et commence à y prendre une certaine extension.

Il serait bon d'entreprendre dès maintenant des expériences sur des cordages en ramie pour être bien fixé sur la valeur de ce textile par rapport au chanvre et voir si, dans

beaucoup de cas, il ne pourrait pas remplacer ce dernier, surtout si l'on y trouvait des avantages de bon marché et de durée incontestables.

56. Ortie dioïque. — L'ortie dioïque ou commune fournit, par un rouissage convenable, une filasse douce très souple, assez longue, mais d'une ténacité peu considérable surtout lorsqu'elle provient de plantes qui se sont développées à l'état sauvage. On pourrait peut-être, par une culture raisonnée, obtenir une filasse plus résistante.

57. Aloès. — L'aloès ou pite est tiré des fibres des feuilles de l'agave américaine qu'on cultive en Europe comme plante d'ornement.

On fait macérer ces feuilles, et on les bat pour faire sortir tout le parenchyme : les filaments seuls restent.

Les cordages en aloès sont assez estimés, parce qu'ils surnagent ; malheureusement, ils ont l'inconvénient de se briser assez facilement quand ils présentent des coques ou des nœuds.

58. Bananier ou chanvre de manille. — Le chanvre de manille est tiré du figuier d'Adam. Les feuilles de cet arbre peuvent acquérir de 2 à

3 mètres et parfois une largeur de 1 mètre ; elles sont portées par de longs pétioles élargis formés de couches concentriques, d'où on tire les fibres textiles en les laissant sécher à l'ombre pendant un jour, et en les raclant avec des couteaux en bambous après les avoir divisées en bandelettes de 10 centimètres de largeur environ.

Les cordages de cette substance sont remarquables par leur force et leur grande légèreté, ils deviennent raides par les temps de pluie, et sont toujours moins souples que ceux en chanvre tout en ayant une résistance au moins égale ; seulement ils ne résistent ni aux coques, ni aux nœuds.

Pour la mise en œuvre du chanvre de manille, on est obligé de le disposer sur une planche et de l'arroser d'huile, de façon à permettre aux fibres de glisser les unes sur les autres. On peut surtout employer les cordages comme câbles de transmission entre le volant d'une machine à vapeur et la poulie de l'arbre de couche.

59. Alfa. — L'alfa est une plante qui atteint 1 mètre ou $1^{m},50$ et qui croît en Espagne, dans le Sahara et sur les hauts plateaux en Algérie.

Les fibres textiles sont retirées des feuilles qui sont très longues, très étroites et repliées sur

elles-mêmes, ce qui leur donne l'apparence de joncs.

On emploie surtout l'alfa pour la fabrication du papier.

60. Phormium tenax. — Le phormium est originaire de la Nouvelle-Zélande où il remplace le lin et le chanvre. On le cultive maintenant en Australie, dans l'Inde, à la Réunion.

La filasse est extraite des feuilles ; on les râcle, on sépare les faisceaux avec les doigts, on les bat dans l'eau et on les fait sécher au soleil.

La filasse du phormium est blanche, douce et souple, mais se coupe facilement quand on fait un nœud ou une coque dans un cordage.

Le phormium craint l'humidité : les cordages se rompent facilement après quelques alternatives de sécheresse et d'humidité.

La ténacité des fibres est plus considérable que celles du lin et du chanvre. La résistance du lin étant 1, celle du chanvre est 1,42 et celle du phormium 2.

61. Cellulose. — La noix de coco est enveloppée d'un brou filandreux avec lequel on fabrique des cordages de qualité médiocre. On emploie aujourd'hui ce brou sous le nom de

cellulose pour remplir le cofferdam des bateaux.

La cellulose employée ainsi se compose de deux parties ; l'une, provenant de la moelle qui agglomère les fibres, est à l'état granuleux, et ne doit renfermer qu'une faible proportion de poudre ou de poussière. L'autre se compose des fibres ou filasse.

Les deux matières sont livrées séparément.

On fait les essais d'imbibition de la matière granuleuse dans une caisse cubique en tôle zinguée de 28 centimètres de côté intérieur, munie d'un couvercle amovible percé en son centre d'une ouverture de 60 millimètres.

La matière est comprimée de manière à atteindre une densité de 0,143. L'accroissement de poids au bout de 6 heures ne doit pas dépasser 10 kilogrammes.

L'imbibition ne doit pas dépasser 18 kilogrammes après 18 heures. Pour leur emploi comme matières obturatrices, les deux substances sont mélangées dans la proportion de $\frac{1}{15}$.

CHAPITRE VII

—

FABRICATION DES CORDAGES MÉTALLIQUES

62. Généralités. — Les premières machines employées pour la fabrication des cordages métalliques sont les machines Schmidt ou machines horizontales ; elles sont encore en usage dans les ateliers de fabrication fondés déjà depuis un certain nombre d'années, comme la Société des Ardoisières d'Angers. On tend à les remplacer aujourd'hui par les machines Browden ou machines verticales. M. Bessonneau dont les installations sont plus récentes que celles de la Société des Ardoisières, n'emploie que des machines de ce dernier type.

Avant de décrire ces deux sortes de machines

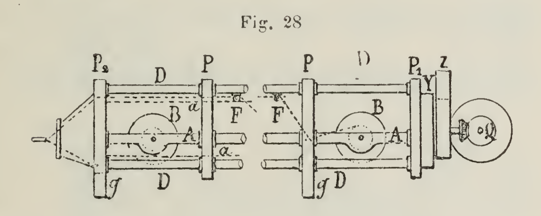
et de donner les motifs qui ont fait préférer la machine Browden à la machine Schmidt, nous devons indiquer en quelques mots la constitution des cordages métalliques.

63. Règles de la fabrication des cordages métalliques. — Un cordage métallique se compose généralement d'un certain nombre de de fils fer ou d'acier enroulés en hélice autour d'une âme en chanvre ou métallique. Les règles de la confection seront entièrement différentes de celles des cordages en chanvre. Tandis que toute la fabrication de ces derniers repose, ainsi que nous l'avons montré, sur les torsions communiquées soit aux fils, soit aux torons ou aux aussières, on doit dans la fabrication des cordages métalliques faire subir aux fils ou aux torons le moins d'efforts possibles et supprimer même si on le peut toute torsion des fils autour de leur axe, car la torsion d'un fil de fer altère beaucoup ses qualités en tendant à désunir les différentes files de molécules qui le forment. Nous allons faire voir que les machines Schmidt et les machines Browden réalisent toutes deux cette condition essentielle d'enrouler les fils en hélice par une simple flexion et sans leur faire subir de torsion autour de leur axe. Etant

donné d'ailleurs une certaine vitesse d'enroulement des fils en hélice, on devra régler d'une façon convenable la vitesse de production pour obtenir le nombre d'hélices par mètre jugé le meilleur pour produire un bon cordage.

64. Machine Schmidt. — La machine Schmidt se compose (*fig.* 28) d'une série de plateaux circulaires P, P, réunis par des entretoises D, D. Ces plateaux peuvent recevoir un mouve-

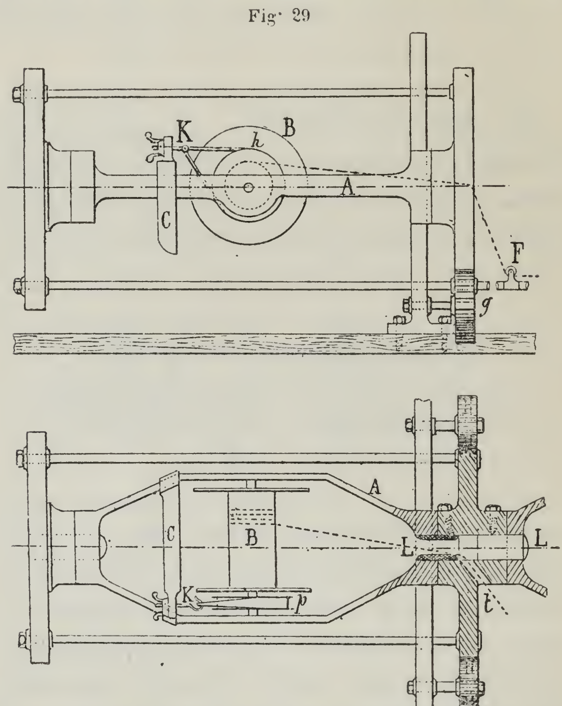
Fig. 28



ment de rotation autour de leur axe au moyen des poulies Y, faisant corps avec le premier d'entre eux P_1 et de la courroie Z. La communication du mouvement de ce premier plateau aux suivants ne se fait que par les entretoises D.D. Des bobines B,B, fixées dans des cadres A,A, sont disposées entre chaque plateau. Il y a généralement 7 bobines ainsi placées les unes à la suite des autres. Les cadres sont supportés à chacune de leurs extrémités ainsi qu'on le voit en détail

sur la *fig.* 29 par des axes creux L, L, fixés au moyen de vis au centre des plateaux. Les cadres peuvent tourner autour de ces axes. Le fil qui se

Fig. 29

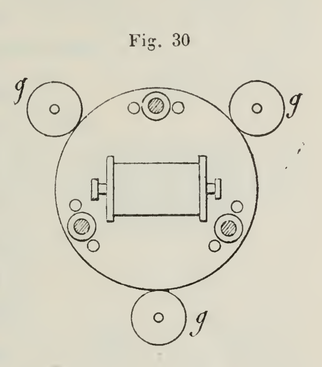


déroule d'une bobine telle que B traverse d'abord l'axe creux du plateau voisin, puis un trou *t* qui le fait passer dans l'intervalle compris entre les deux plateaux suivants où il est soutenu par

une petite poulie guide F fixée à l'une des entretoises, il passe ensuite parallèlement aux entretoises dans les autres plateaux par des trous *a* disposés pour cet usage ; de distance en distance, on le supporte par de petites poulies guides analogues à la première et ainsi de suite jusqu'au dernier plateau.

Chaque cadre porte en outre un contre-poids C destiné à le maintenir horizontal pendant la rotation des plateaux. On voit qu'il en sera de même de l'axe de la bobine. Un frein K qui peut être plus ou moins serré par une vis passe sur une poulie *p* fixée sur l'axe de la bobine et modère comme on le désire la vitesse de déroulement du fil. Comme par suite de la position des cadres dans l'axe des plateaux, il est impossible d'avoir un arbre continu qui leur communique le mouvement de rotation, nous avons vu que cette communication de mouvement se faisait simplement par les traverses, mais pour éviter la flexion de l'ensemble, on supporte

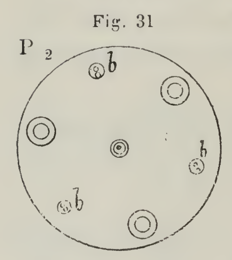
Fig. 30



quelques-uns des plateaux par des galets tels que *gg* disposés symétriquement sur leur circonférence (*fig.* 30).

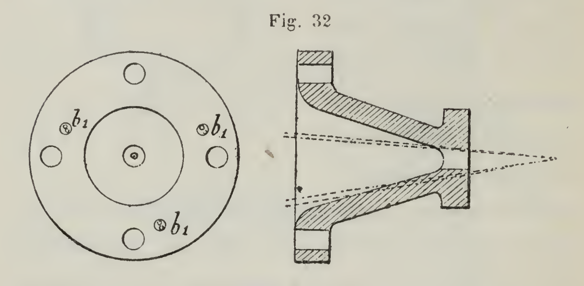
Les fils provenant de 6 des bobines successives arrivent donc jusqu'au dernier plateau P_2 qu'ils traversent dans les trous *bbb*. (*fig.* 31). Le fil de la dernière bobine traverse ce plateau en son centre.

Fig. 31



Le plateau P'_2 porte une pièce appelée *couchoir* (*fig.* 32) analogue à ce que nous avons appelé *passoire* dans la corderie en chanvre, avec cette dif-

Fig. 32

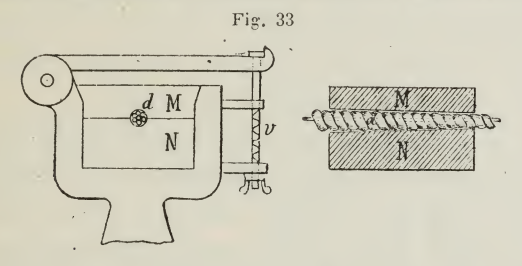


férence que le *couchoir* est entraîné dans le mouvement de rotation, tandis que la passoire était fixe. Les 6 premiers fil traversent ce couchoir deux par deux dans trois trous $b_1 b_1 b_1$ disposés sur une même circonférence ; le septième passe

par un trou central : c'est lui qui formera l'âme. Si l'âme est en chanvre la première bobine sera garnie d'un fil de chanvre convenable.

A leur sortie du couchoir les fils se réunissent dans le *moule* (*fig.* 33) analogue au *tube* dans le tirage au tube. Le moule est composé de deux pièces métalliques MN placées l'une au-dessus de l'autre et laissant entre elles un espace cylindrique *d* dans lequel viennent passer les 7 fils. La pièce métallique supérieure peut être serrée sur la

Fig. 33



pièce inférieure au moyen d'un écrou à vis *v* dont la tension est réglée par un ressort. Si l'on exerce une traction convenable sur l'ensemble des fils à la sortie du moule, on voit qu'on obtient un cordage métallique composé de 7 fils.

Il est facile de voir que les fils sont bien enroulés en hélice sans avoir subi de torsion autour de leur axe, mais seulement une flexion. Supposons en effet pour un instant que les bobines soient entraînées dans la rotation : on voit

que les différents fils s'enrouleront autour de l'âme et que pour chaque révolution complète de l'appareil, il y aura production d'une hélice ; mais, en même temps, chacun des fils aura subi une torsion d'un tour complet autour de son axe, et cette torsion se répartira sur toute la longueur comprise entre la bobine et le moule.

Donc, dans l'hypothèse que nous avons faite, au moment du commettage, le fil aurait subi une torsion complète égale au nombre de tours qu'aurait fait la machine, pendant le temps qu'une section du fil aurait parcouru l'espace compris entre la bobine et le moule.

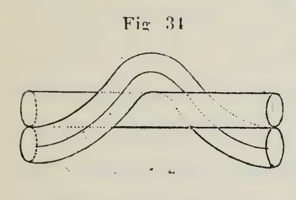
Si maintenant nous examinons l'opération telle qu'elle se passe réellement, nous voyons que, puisque la bobine conserve une position invariable dans l'espace, au lieu d'être entraînée dans le mouvement de rotation, c'est exactement comme si, tout en conservant la première hypothèse, nous imprimions à chaque instant, à cette bobine, un mouvement égal et contraire à celui qu'elle posséderait ; ce second mouvement, nécessaire pour maintenir l'axe horizontal, communique au fil une torsion égale et contraire à celle qu'aurait produite l'enroulement en hélice primitif.

Il est donc démontré que le fil s'enroulera en

hélice sans subir de torsion autour de son axe par le dispositif employé dans la machine que nous venons de décrire. Les génératrices du fil ne décriront pas des hélices ayant pour axe commun l'axe de l'âme, mais elles seront enroulées suivant la même hélice déplacée parallèlement à elle-même de façon à occuper toutes les positions nécessaires pour engendrer le fil dans la nouvelle forme ainsi qu'on le voit dans la *fig.* 34.

En sortant du moule, le toron formé passe *fig.* 35 sur une poulie à gorge verticale I qui forme poulie de retour, et sur l'axe de laquelle est placé un compteur de tour qui indique la production. Il vient ensuite passer sur une des poulies J clavetées sur l'arbre Q mis en mouvement par un des engrenages coniques O. Il fait plusieurs tours sur cette poulie qui détermine ainsi la vitesse de production et le nombre d'hélices par mètre. Les poulies J sont de diamètres différents de façon à permettre de faire varier ce nombre d'hélices.

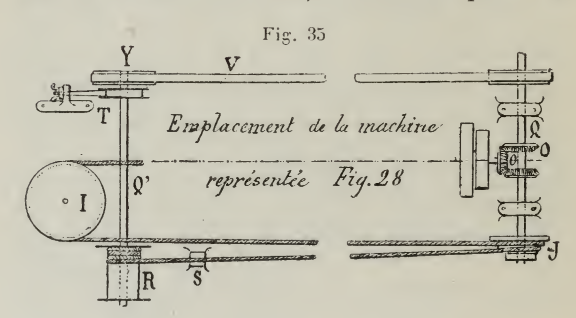
Fig 34



Le toron se rend ensuite sur la bobine d'enroulement ou *avaloir* R clavetée sur l'arbre Q' après avoir traversé un guide S. La bobine R est mise

en mouvement par l'intermédiaire de Q′, de la poulie Y et de la courroie V. Si la rotation de la bobine R restait contante, on conçoit qu'au fur

Fig. 35



et à mesure que cette bobine se remplirait, elle tendrait à prendre par tour une quantité de cordage de plus en plus grande, et sa vitesse d'enroulement deviendrait supérieure à la vitesse de production de la machine. La courroie V empêche cet inconvénient ; elle glisse sur la poulie Y suivant la vitesse de production, et ne sert qu'à produire une certaine traction sur le câble au sortir de la poulie J. Un frein T placé sur l'arbre Q′ sert d'ailleurs à faciliter ce glissement, et empêche la traction sur le cordage de dépasser une limite déterminée.

Le guide S sert à produire l'enroulement bien régulier du toron sur la bobine R ; il est monté pour cela sur une vis à deux pas en sens in-

verse mûe par la machine. Nous avons déjà vu des exemples de cette disposition.

Le double engrenage conique O permet de conserver toujours la même disposition d'enroulement du toron sur la poulie J et la bobine R, même si pour obtenir un commettage en sens inverse on change le sens de la marche de la machine. On évite ainsi les pertes de temps qui pourraient se produire par suite d'erreurs dans l'enroulement.

La machine Schmidt est très bien conçue : les pièces tournantes ne comprenant pas les bobines, on peut charger celles-ci, sans aucune crainte, de quantités assez considérables de fils, tout en communiquant à l'ensemble une grande vitesse de rotation. Aussi sa puissance de production est-elle considérable.

Le type moyen fait de 200 à 300 tours par minute, et peut commettre des fils des n° 7 à 15 avec une production de 20 à 30 mètres de câbles par minute. L'inconvénient le plus grand qu'elle présente est d'être encombrante, et de ne pas permettre de faire des torons contenant un grand nombre de fils.

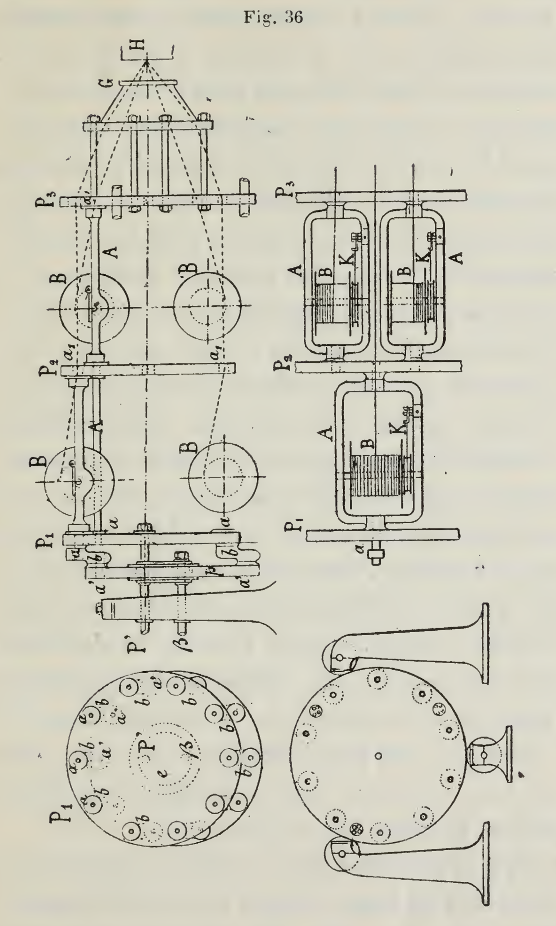
65. Machine Browden. — Quoique basée sur le même principe que la machine Schmidt, la machine Browden présente des dispositions mécaniques fort différentes. L'idée du construc-

teur a été évidemment de diminuer l'encombrement de la machine Schmidt et de permettre de commettre un plus grand nombre de fils. Pour arriver à ce but, au lieu de disposer les bobines à la suite les unes des autres, il les a distribuées autour d'un axe commun. Il a ainsi réalisé la disposition représentée *fig.* 36.

Dans la machine Browden, les bobines BB sont supportées par des cadres AA compris entre les plateaux P_1 P_2 P_3. Ces cadres sont clavetés à une extrémité sur de petits arbres *aa* qui traversent à frottement doux le plateau P_1 ; à l'autre extrémité, ils tournent librement sur les goujons a_1 a_1 clavetés dans les plateaux P_2 et P_3. Des biellettes *bb* réunissent les petits arbres *aa* à une série de goujons $a'a'$, disposés sur un plateau *p* parallèle à P_1 et excentré par rapport à ce dernier. Le plateau *p* tourne autour de l'arbre β fixé sur le même bâti que l'arbre P′ et parallèlement à lui. Les arbres P′ et β traversent le plateau *p* dans un excentrique commun *e*. On voit que, par cette disposition, si l'on communique à l'arbre P′ un mouvement de rotation, le plateau P_1 tournera et communiquera par l'intermédiaire des biellettes un mouvement de rotation au plateau *p* ; ce dernier tournera donc autour de l'excentrique *e*, et son axe de rota-

tion sera l'axe de l'arbre ββ'. Il en résulte que

Fig. 36



dans ce mouvement, les biellettes resteront cons-

tamment parallèles à elles-mêmes, et que par suite,les axes des bobines,reliées invariablement aux biellettes par les arbres *a* tourneront autour du prolongement de l'axe P′, mais en conservant toujours une même direction dans l'espace. On obtient donc par ce dispositif exactement le même mouvement que celui qui est donné par de simples contrepoids dans la machine Schmidt. Seulement la machine Browden présentera l'avantage de pouvoir être disposée verticalement, si les dispositions locales s'y prêtent mieux. C'est pour cela que cette machine est désignée sous le nom de machine verticale par opposition à la machine Schmidt qui est forcément horizontale. Nous venons de voir comment se fait la trans mission de mouvement aux bobines comprises entre P_1 et P_2. Pour celles comprises entre P_2 et P_3, il suffit de disposer des arbres qui traversent l'espace compris entre P_1 et P_2 et qui soient commandés par des biellettes identiques aux précédentes et placées sur le même plateau P.

Pour ne pas trop compliquer la figure, nous n'avons représenté que la moitié du nombre total des biellettes sur le plateau P_1.

Il y a généralement 10 bobines entre chaque série des plateaux, ce qui fait 20 bobines pour la machine complète. On peut donc commettre

20 fils à la fois autour d'une âme commune passant par l'intérieur de l'arbre P′ et traversant toute la machine. Le fil qui se déroule d'une des bobines passe par l'axe du goujon a_1 qui doit par conséquent être creux, et traverse ensuite librement l'intervalle entre les plateaux P_2 et P_3, entre deux des bobines de ces plateaux. Il faut donc avoir soin d'alterner les cadres d'un plateau à l'autre. On disposera sur chaque bobine un petit frein K qui empêchera l'entraînement trop rapide du fil. A leur sortie du plateau P_3 les fils traversent un *couchoir* G monté sur ce plateau, puis passent dans le moule H, comme dans la machine Schmidt. A la suite du moule, le cordage formé s'enroule sur deux poulies mises en mouvement par une série d'engrenages. Ces poulies produisent l'entraînement du cordage et déterminent le nombre d'hélices par mètre. A la suite de ces poulies, le cordage passe dans un guide, puis sur une bobine d'enroulement ou *avaloir* mise en mouvement par un système exactement analogue à celui qui a déjà été décrit.

L'arbre moteur porte une série de poulies de diamètres différents permettant d'obtenir la vitesse de rotation la plus convenable pour le cordage à confectionner.

On voit que lorsque le nombre de fils à commettre ne dépasse pas 20, la machine que nous venons de décrire peut être employée seule ; quand ce nombre dépasse 20, on est obligé de disposer plusieurs machines à la suite les unes des autres de façon que leurs axes çoïncident ; on fait alors passer le cordage formée par la première machine de la série dans l'arbre creux P′ de la suivante ; ce cordage forme ainsi l'âme du cordage qui suit et ainsi des autres. Pour les cordages ordinaires, l'âme est en chanvre et passe également par l'arbre P′, elle est enroulée sur une bobine extérieure à la machine et se déroule au fur et à mesure de l'entraînement qu'elle subit par la confection du cordage.

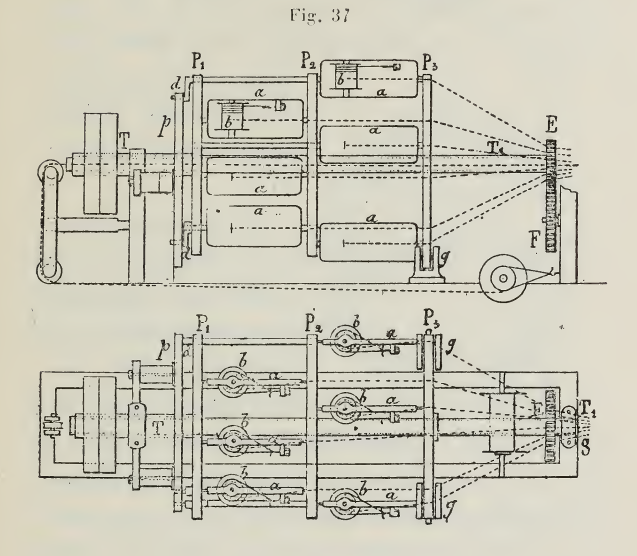
Tout en présentant sur la machine Schmidt les avantages que nous avons signalés, la machine Browden est loin d'être parfaite ; les bobines chargées de fil sont entraînées dans le mouvement de rotation par suite de la force centrifuge ; elles exercent sur des axes des efforts d'autant plus grands que leur poids est plus considérable.

On ne peut donc adopter pour ces machines les grandes vitesses de rotation des machines Schmidt. La vitesse de production est donc moindre que dans ces dernières machines. On

ne dépasse généralement pas 150 ou 200 tours par minute.

66. Machines Barraglough (type vertical). — Nous citerons enfin une dernière machine du

Fig. 37

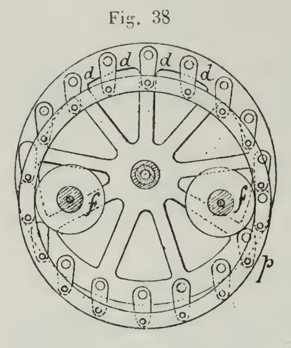


type vertical construite par MM. Barraglough frères, de Manchester, et employée dans les ateliers de la corderie centrale de M. Frété.

La disposition de cette machine présente de nombreux points de ressemblance avec la machine Browden, comme on peut s'en rendre

compte sur la *fig* 37. Les bobines au nombre de 18 sont partagées en 2 groupes de 9 placés entre les plateaux P_1 P_2 P_3 supportés par le même arbre creux TT. Ces bobines *bb* sont portées par des cadres *aa*, dont le plan est vertical. L'axe des bobines est donc vertical et conserve cette position par le jeu d'un système de biellettes *ddd* analogues à celles que nous avons décrites pour la machine Browden.

Fig. 38



Le plateau *p* dans lequel viennent se fixer toutes les extrémités des biellettes est ici une simple couronne présentant une gorge intérieure dans laquelle roulent deux poulies *ff* (*fig*.38). Ce sont ces deux poulies qui remplacent l'excentrique de la machine Browden et qui assurent l'invariabilité du centre du plateau *p*. Nous pouvons déjà faire remarquer que ce système de centrage du plateau *p* doit être moins bon que celui qui a été décrit précédemment, car il doit donner lieu à plus de vibrations.

Le plateau extrême P_3 est supporté par deux galets extérieurs *gg* (*fig*. 39). Ces galets sont né-

cessaires, malgré l'arbre intérieur qui n'existait

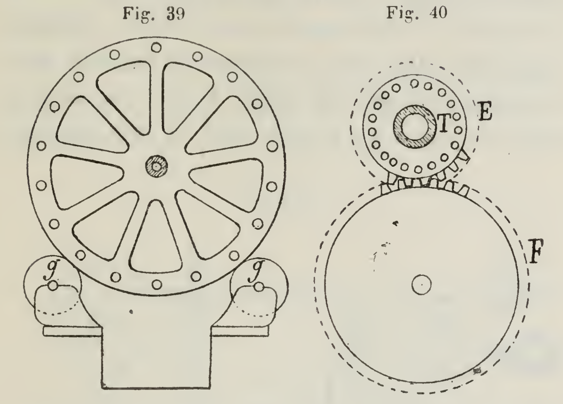


Fig. 39 Fig. 40

pas dans la machine Browden pour diminuer la fatigue de l'appareil, quand toutes les bobines sont chargées.

Fig. 41

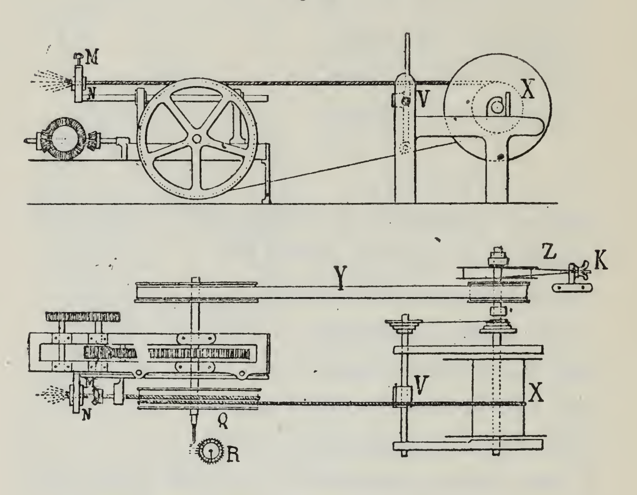
Un palier S supporte l'extrémité T_1 de l'arbre central sur lequel est clavetée une roue d'engrenage E qui engrène avec la roue F. Les fils qui viennent des bobines traversent la roue E (*fig.* 40) et se groupent autour de l'arbre T sur un renflement de cet arbre pour traverser le palier S ainsi qu'on le voit (*fig.* 41).

Fig. 42

Le couchoir est fixé sur le bout de l'arbre TT_1 à la sortie du palier S. Le moule MN

(*fig.* 42) vient à la suite. Le cordage, à la sortie du moule, s'enroule sur la poulie Q (*fig.* 43) dont l'axe fait mouvoir un compteur de tours R, puis il s'engage dans un guide V mis en mouvement par une vis à double filet, et enfin, il s'en-

Fig. 13



roule sur la bobine d'enroulement ou *avaloir* X, mise en mouvement par la courroie Y avec un frein spécial Z dont nous avons déjà vu la destination. D'après ce que nous avons dit sur les machines Schmidt et Browden, le jeu de cette nouvelle machine est très facile à comprendre et

nous croyons inutile de nous y attarder plus longtemps.

En résumé, la machine Barraglough nous paraît moins bien disposée que la machine Browden.

CHAPITRE VIII

—

DIFFÉRENTES ESPÈCES DE CORDAGES MÉTALLIQUES

67. Généralités. — Les cordages métalliques se font en fils de fer ou d'acier. Il n'y a guère que la marine qui exige que ces fils soient zingués avant la mise en œuvre. On cite cependant le cas d'un câble de mine zingué dans l'Aveyron, mais il est employé dans un puits dont l'air est très humide. Le commerce emploie aussi très rarement les fils d'acier. On trouve cependant dans certaines mines du Nord, aux mines de Firminy, des câbles en fils d'acier.

On emploie les cordages métalliques sous

forme de torons, d'aussières ou de grelins. Les torons simples ne servent que pour les lignes d'amarrage ; dans tous les autres cas, on emploie les aussières ou les grelins. C'est la flexibilité que l'on a en vue d'obtenir qui indique si l'on doit employer l'aussière ou le grelin. On peut dire qu'à égalité de force, le grelin sera plus flexible que l'aussière. D'un autre côté, on peut rendre une aussière de plus en plus flexible en la composant de fils de plus en plus fins. A cause de la perte de résistance que subissent les fils qui composent un cordage par les assemblages successifs auxquels on les soumet, on aurait intérêt à employer l'aussière plutôt que le grelin. On voit en effet que

en câblant des fils en torons, on perd environ 5 % sur leur résistance.
en câblant les torons en aussières, on perd environ 10 à 15 % sur la résistance du fil.
en câblant les aussières en grelins, on perd environ 30 à 40 % sur la résistance du fil.

Malheureusement, pour n'employer que des aussières, il faudrait pour obtenir la même flexibilité un nombre de fils tellement considérable, que la fabrication deviendrait extrêmement difficile, à cause du nombre relativement restreint des bobines des machines employées dans cette

fabrication. La fabrication des aussières et des grelins se fait d'ailleurs avec les mêmes machines que celles employées pour câbler les fils en torons. Les dimensions seules des machines varient à mesure qu'on fabrique des cordages de dimensions plus considérables.

68. Composition des torons. — Suivant leur nombre de fils, les torons doivent contenir ou non une âme en chanvre. Pour un toron composé de 3 fils, il n'y aura pas besoin d'âme ; pour des torons contenant 4, 5 ou 6 fils, on sera obligé de mettre une âme en chanvre ; avec 7 fils, un des fils peut former l'âme, les autres étant disposés en couverture, ou bien, les 7 fils peuvent former couverture autour d'une âme en chanvre. On fait aujourd'hui un assez grand nombre de torons à 19 fils, soit :

1 fil central.

6 fils en première couverture.

12 fils en seconde couverture.

On confectionne aussi des torons à 37 fils, mais on ne va pas au-delà ; dans ce cas, on met un fil central.

6 fils en première couverture.

12 fils en deuxième couverture.

18 fils en troisième couverture.

Aux ardoisières d'Angers, le travail des torons à 37 fils peut se faire en une seule fois, parce qu'on a disposé, les unes à la suite des autres, 3 machines Browden.

La 1re machine débite le fil central et les 6 fils de la 1re couverture.

La 2me machine débite les 12 fils de la 2me couverture.

La 3me machine débite les 18 fils de la 3me couverture.

Le fil central passe dans l'arbre creux de la 1re machine ; le toron formé par cette machine passe dans l'arbre creux de la deuxième ; le nouveau toron à 19 fils passe dans l'arbre creux de la 3me qui débite ainsi à la sortie du moule le toron à 37 fils.

Dans le cas où l'on ne possède pas trois machines disposées à la suite les unes des autres, on est obligé de bobiner le fil débité par la 1re machine, pour le porter sur le touret spécial de la seconde où il doit servir d'âme, et de faire la même opération pour la mise en place de la 3me couverture. On voit qu'ainsi l'opération demande un temps plus long, puisqu'on fait en 3 fois ce qui se fait en une seule fois par la première disposition.

69. Diamètre et nombre des fils employés dans la fabrication des cordages. Pas des hélices. — On trouve dans les marchés de câbles métalliques le diamètre et le nombre des fils employés pour les différents cordages de la marine militaire. Les hélices ont dans les torons un pas uniforme sensiblement égal à 3 fois la circonférence du toron pour les lignes d'amarrage et les cordages au-dessous de 75 millimètres de circonférence, et à 2 fois $\frac{1}{2}$ la circonférence du toron pour les cordages au-dessus de 75 millimètres. Les hélices formées par les torons dans les aussières ont un pas uniforme et sensiblement égal à 2 fois $\frac{1}{2}$ la circonférence de l'aussière.

Les cordages employés dans le commerce présentent des compositions différentes de celles des câbles de la marine militaire. Voici quelques exemples qui permettront la comparaison entre les deux genres de cordages.

Les *haubans en fer* sont formés à la demande de l'acheteur de fils plus ou moins gros. Les fils sont enroulés en torons avec un pas de 10 à 12 fois le diamètre du toron ; les torons sont câblés en aussières avec un pas de 6 à 8 fois le diamètre de l'aussière.

Les *aussières pour remorque* en acier zin-

gué, employées par la Compagnie Transatlantique sont formées de 8 torons de 15 fils n° 8 ($1^{mm},3$). Leur circonférence est de 83 millimètres.

On câble les fils en torons avec un pas de 14 fois le diamètre du toron, et les torons en aussières avec un pas de 8 fois le diamètre de l'aussière. Comparé aux aussières de la marine militaire, on reconnaît que ce cordage est composé, à diamètre égal, de fils beaucoup plus fins, et qu'il doit par conséquent être beaucoup plus souple qu'elles.

Les *câbles plats pour mines* sont composés d'une série de câbles ronds faufilés à l'aide de fils de fer recuit. Le nombre des câbles est pair, les numéros pairs sont câblés en sens inverse des numéros impairs, pour empêcher le câble de se gauchir sous l'action d'une charge. Voici un exemple de câble plat. (On a employé 6 aussières de 4 torons, chaque toron étant formé de 10 fils n°s 13 ou 14 (2^{mm} à $2^{mm},2$).

Pas des hélices formées par les fils dans les torons : 16 diamètres.

Pas des hélices formées par les torons dans les aussières : 16 diamètres. Le câble s'enroule bien sur une poulie de $2^{m},50$ de diamètre ; si l'on voulait employer des poulies de plus petit diamètre, 2 mètres par exemple, il faudrait prendre des fils du n° 11 ($1^{mm},6$).

Les *câbles de guidage pour les mines* doivent présenter la plus grande raideur possible; on les formera d'une couverture de 6 fils n° 30 (10 millimètres) entourant une âme composée d'un toron de 19 fils n° 13 (2 millimètres).

Le diamètre du câble formé est de 29 millimètres.

On câble avec un pas de 10 diamètres.

Les *câbles Hirn* sont des aussières dont le câblage des fils en torons se fait avec un pas de 12 diamètres, et le câblage des torons en aussières, avec un pas de 8 diamètres. On en fabrique de différentes grosseurs;

1° 6 torons de 8 fils n° 9 ($1^{mm},4$) en couverture sur une âme en chanvre. Diamètre de l'aussière : 15 millimètres;

2° 6 torons de 9 fils n° 4 ($0^{mm},9$ avec une âme en chanvre. Diamètre de l'aussière : 11 millimètres;

3° 6 torons de 6 fils n° 0 ($0^{mm},5$). Diamètre de l'aussière : $4^{mm},5$;

4° 6 torons de 12 fils n° 6 ($1^{mm},1$). Diamètre de l'aussière : $16^{mm},5$.

Les *câbles d'ascenseurs* sont ou des câbles plats comme les câbles de mines (câbles des ascenseurs du Trocadéro), ou des grelins comme à l'Hôtel des Postes où l'on avait besoin d'une très

grande souplesse. Ces derniers sont composés de 7 aussières de 12 torons de 6 fils n° 0 ($0^{mm},5$) ; leur diamètre est de $24^{mm},5$.

Le câblage des fils en torons s'est fait avec un pas de 12 diamètres, le câblage des torons avec un pas de 12 diamètres et le câblage des aussières avec un pas de 7 à 8 diamètres.

Les *câbles de grues* peuvent présenter les dispositions suivantes : 6 torons de 36 fils n° 10-($1^{mm},5$) donnant une aussière de 32 millimètres de diamètre.

Pas des hélices des fils dans les torons : 12 diamètres.
Pas des hélices des torons dans les aussières : . . . . 8 diamètres.

Les *câbles de remorquage* de wagons de la Cie P.-L.-M. sont formés de 6 torons de 8 fils n° 8 et ont un diamètre de $14^{mm},3$.

Pas des hélices des fils dans les torons : 12 diamètres.
Pas des hélices des torons dans les aussières : . . . . 8 diamètres.

En résumé, on peut dire que les seuls cordages métalliques couramment employés sont les torons et les aussières. On n'emploie les grelins que dans quelques cas particuliers, et, comme nous l'avons dit, quand on a besoin d'une grande souplesse.

Jusqu'à présent, on n'a employé sous forme de grelins que :

1° Les câbles pour trains en détresse.

2° Les câbles pour ascenseurs de l'Hôtel des Postes.

3° Les drosses de gouvernail du *Surcouf*, du *Forbin* et du *Coëtlogon*.

Les règles qui fixent le pas des hélices par les cordages employés dans le commerce sont les suivantes :

Si l'on fabrique seulement des torons, on câble les fils à 12 diamètres ; si l'on confectionne des aussières, les fils des torons sont câblés à 12 diamètres, et les torons à 8 diamètres ; enfin, si l'on forme des grelins, les fils des torons primitifs sont câblés à 12 diamètres, les torons en aussières à 12 diamètres également, et les aussières en grelins à 8 diamètres.

70. Essais de résistance et de souplesse des cordages fabriqués. — Les essais de résistance sont faits en prenant des bouts de cordages assez longs pour qu'il reste au moins 80 centimètres de distance libre entre les attaches. Les cordages de diamètre inférieur ou égal à 33^{mm}6, seront fixés par des amarrages en cul de porc sur des poulies à gorge, et les cordages

de diamètre supérieur seront amarrés à leurs extrémités dans des dés en acier. Les uns et les autres seront rompus à la machine d'essai du système Thomasset.

Si l'on désigne par R la charge de rupture en kilogrammes, et par P le poids du mètre courant du cordage essayé, le rapport $\frac{R}{P}$ devra présenter les valeurs suivantes :

		valeur de $\frac{R}{P}$
Pour les lignes d'amarrage en fils de fer zingué .		5300
Pour les cordages en fil de fer zingué.	de 275 millimètres de circonférence et au-dessous	5100
	au-dessus de 75 millimètres jusqu'à 120	5000
	de 120 millimètres et au-dessus.	4400

Les allongements correspondants aux charges de rupture devront être, au minimum de 7 %, pour tous les cordages et les lignes d'amarrage, à l'exception des lignes d'amarrage à 3 fils pour lesquelles ce minimum est fixé à 6 %. Comparés aux cordages en chanvre, on peut dire que la circonférence des cordages en fils de fer est les $\frac{45}{100}$ de celle des cordages en chanvre qu'ils remplacent.

Pour les cordages en fils d'acier, on fixe généralement dans chaque marché la charge minimum sous laquelle la rupture doit se produire. C'est ainsi que pour des aussières destinées à l'installation de filets pour torpilles, on trouve les conditions suivantes :

L'aussière doit être composée de 6 torons de 18 fils n° 11 ($1^{mm},6$) en acier trempé et zingué avec une âme en chanvre dans chaque toron, la circonférence de l'aussière terminée doit être de 76 millimètres, son poids approximatif par mètres de $2^{k},100$, et sa charge minimum de rupture de 24 100 kilogrammes.

On ne mesure pas la souplesse des cordages en fils de fer, mais seulement celle de certains cordages en fils d'acier. Pour mesurer la souplesse des aussières en fils d'acier, on confectionne pour chacune d'elles, une sorte d'anneau en prenant un bout de $1^{m},70$ de longueur et réunissant les deux extrémités par un amarrage à la portugaise de $0^{m},20$ de longueur. Cet anneau sera passé sur deux cosses de $0^{m},165$ de diamètre reliées, l'une à un point fixe, l'autre à un plateau. On chargera le plateau avec des poids jusqu'à ce que les deux brins de l'aussière compris entre les cosses deviennent parallèles à 1 millimètre près.

Dans ces conditions, la charge employée, plateau compris, ne devra pas dépasser :

140 kilogrammes pour les aussières de 27 millimètres de circonférence.

800 kilogrammes pour les aussières de 62 millimètres de circonférence.

1100 kilogrammes pour les aussières de 76 millimètres de circonférence.

Il sera fait deux essais de souplesse pour chaque calibre d'aussière.

Dans les derniers marchés de cordages en fils d'acier zingué il est spécifié qu'il sera fait des essais pour constater la qualité du zingage.

71. Essai de qualité du zingage. — Pour ces essais, on prendra pour chaque calibre d'aussière, un certain nombre de bouts de fils, 4 au moins, de $0^{m},50$ de longueur environ. On enlèvera par une lessive de potasse les corps gras qui pourraient en garnir la surface, puis on pèsera chaque fil. On les plongera ensuite dans un bain composé de 20 parties d'eau en poids pour une partie d'acide sulfurique à 66° et on les maintiendra immergés jusqu'à ce que tout dégagement gazeux ait cessé.

La perte de poids éprouvée par chaque fil devra être en moyenne d'au moins 9,5 % de son

poids primitif, la perte pour aucun des fils n'étant inférieure à 7 %. Au sortir du bain sulfurique, les fils d'acier ne devront pas avoir une surface polie, mais leur surface devra être rugueuse au toucher.

Les différents essais dont nous venons de parler se font généralement dans les ateliers du fournisseur où la commission prononce l'admission ou le rebut.

La recette dans les ports consiste en un simple récolement.

CHAPITRE IX

—

COMPARAISON ENTRE LES CORDAGES EN CHANVRE ET LES CORDAGES MÉTALLIQUE

72. Généralités. — Jusqu'à une époque assez rapprochée de nous, le chanvre est resté la seule substance employée à la fabrication des cordages. Au moment où l'on commença à fabriquer les premiers cordages métalliques, certains bons esprits (1) s'élevèrent avec raison à cette époque, contre l'usage irraisonné que l'on voulait faire des nouveaux cordages en les substituant partout aux cordages en chanvre.

---

(1) Extrait des *Leçons données à l'École d'application du Génie maritime* par Dingler, Ingénieur de la Marine (M. G. M., 1re livraison, 1847).

A cette époque, et même jusqu'à ces dernières années, le *fer* était en effet la seule substance employée dans la fabrication de ces cordages ; on n'osait pas ou l'on ne pouvait pas lui substituer l'acier.

Dans ces conditions, il est facile de montrer, ainsi que nous allons le faire voir, qu'à côté d'avantages certains, le fer présente des inconvénients sérieux et que pour la même sécurité, son emploi ne permet pas une diminution du poids du cordage.

Considérons, en effet, un cordage en chanvre et un cordage en fils de fer d'égale résistance.

La charge à la rupture par millimètre carré d'un bon cordage en chanvre peut être évaluée au minimum à 7 kilogrammes ; celle d'un cordage en fils de fer, confectionné d'après les règles que nous avons indiquées, atteint environ 36 kilogrammes. En adoptant dans ces deux cas, un coefficient de sécurité égal à 6 nous ferons travailler le cordage en chanvre à :

$$\frac{7^{kg}}{6} = 1^{kg},17 \text{ par millimètre carré}$$

et celui en fer à

$$\frac{36^{kg}}{6} = 6^{kg} \text{ par millimètre carré}$$

Le rapport des charges sera évidemment $\frac{36}{7} = 5,14$; autrement dit, pour chaque millimètre carré de section du cordage en fer, le cordage en chanvre devra, pour présenter la même sécurité, avoir une section correspondante de $5^{mm2},14$.

Or, le poids spécifique du fer est égal à 7,7 ; celui du chanvre est généralement considéré comme égal à 1 ; il s'ensuit que le rapport des poids des deux cordages présentant la même sécurité sera de $\frac{7.7}{6,14} = 1,25$ environ.

Donc, dans les mêmes conditions de sécurité, un cordage de fer sera une fois et un quart plus lourd qu'un cordage en chanvre.

Au point de vue des dimensions linéaires, il est facile de voir que le diamètre du cordage en fils de fer sera environ les $\frac{45}{100}$ de celui du cordage en chanvre correspondant, ainsi que nous l'avons dit (p. 131). Les diamètres des deux cordages seront, en effet, dans le rapport de 1 à $\sqrt{5,14}$ ou $\frac{1}{\sqrt{5,14}} = 0,44$ environ, et il faut remarquer qu'il y a plus de vides dans un cordage en fils de fer que dans un cordage en chanvre. A un

autre point de vue, le chanvre présente encore sur le fer un avantage incontestable. Tandis que sous la charge de rupture, l'allongement du cordage en chanvre est de 15 à 20 %, l'allongement du cordage en fils de fer varie de 7 à 10 %. Il en résulte que de deux cordages soumis à une forte vibration, le cordage en chanvre résistera mieux que le cordage en fils de fer : il éteindra plus de force vive.

L'avantage le plus sérieux que présente l'emploi du fer, est la durée beaucoup plus grande des cordages de cette substance comparée à celle des cordages en chanvre et la facilité beaucoup plus grande avec laquelle on se rend compte de l'usure d'un cordage en fils de fer en comptant le nombre de fils cassés sur une longueur de 1 mètre, ce qu'il est impossible de faire avec un câble en chanvre.

On peut donc toujours apprécier assez exactement la résistance restante d'un cordage en fils de fer, tandis qu'il est presque impossible de se rendre compte de celle d'un cordage en chanvre.

C'est cette dernière considération et celle de la durée plus grande qui ont le plus contribué au succès des cordages en fils de fer.

Ces cordages s'usent très rapidement néanmoins quand ils sont plongés dans l'eau de

mer, aussi la Marine militaire les a-t-elle toujours fait zinguer.

Nous venons de voir les raisons qui peuvent militer en faveur des cordages en chanvre contre ceux en fils de fer.

Voyons si ces raisons subsisteront dans la substitution de l'acier au fer.

Aujourd'hui, l'industrie métallurgique de l'acier a fait des progrès tels, que l'on arrive à fabriquer sans peine des fils d'acier de $0^{mm},5$ à 10 millimètres de diamètre ayant une résistance de 200 kilogrammes et plus par millimètre carré.

Ces fils ont d'ailleurs une très grande élasticité et peuvent supporter des épreuves de ployage très sérieuses. Des fils d'une résistance d'environ 200 kilogrammes par millimètre carré, et de 2 millimètres de diamètre ont pu être ployés de 20 à 30 fois à angle droit dans deux sens opposés sur des mâchoires arrondies de 10 millimètres de rayon.

On peut donc avoir une grande confiance dans l'emploi de ces fils.

Sans aller jusqu'à l'emploi de ces fils de résistance extra-supérieure pour la confection des câbles, on peut sans crainte adopter comme charge moyenne de rupture 150 kilogrammes par millimètre carré.

Dans ces conditions, en admettant que le câblage en aussière fasse perdre 12 % de la résistance, il reste encore par millimètre carré une résistance de

$$150 - \frac{150 \times 12}{100} = 132^{\text{kg}} \text{ par millimètre carré}$$

et, en adoptant comme précédemment 6 comme coefficient de sécurité, on voit qu'on peut soumettre sans crainte, le cordage confectionné à une charge de 22 kilogrammes par millimètre carré.

Le rapport des sections d'un cordage en fils d'acier au cordage en chanvre sera donc :

$$\frac{22}{1,17} \quad \text{ou} \quad \frac{18,8}{1}$$

Pour chaque millimètre carré du cordage en fils d'acier, il faudra $18^{\text{mm}^2},8$ du cordage en chanvre, et en reprenant les raisonnements faits plus haut, on reconnaît que le poids du cordage en chanvre comparé à celui en fils d'acier sera :

$$\frac{18,8}{7,8} = 2,4$$

(7,8 poids spécifique de l'acier).

Le cordage en chanvre sera donc deux fois et demie environ plus lourd que le cordage en fils

d'acier. Il y aura donc à ce point de vue spécial un avantage énorme à employer l'acier.

L'usure ne sera pas plus grande que pour le fer, et l'avantage de la légèreté sera incontestable, puisque le cordage en acier sera presque quatre fois plus léger que celui en fer.

Pour l'usage de la marine, il faudra d'ailleurs avoir soin de zinguer soigneusement les cordages. L'inconvénient capital que présente l'emploi de l'acier est celui que nous avions déjà signalé pour le fer, mais encore plus exagéré puisqu'à mesure que la résistance augmente, l'allongement diminue.

Tandis que les cordages en fils de fer s'allongeaient encore de 7 à 10 °/₀, les cordages en acier atteignent difficilement de 4 à 5 °/₀ d'allongement.

Le défaut résultant de ce manque d'allongement sera donc encore plus sensible pour ces cordages que pour ceux en fer.

L'usure des cordages en fils d'acier s'appréciera comme celle des cordages en fils de fer et sans plus de difficultés.

73. Résumé et conclusion. — Comme nous venons d'essayer de le montrer, les cordages fabriqués avec l'une des trois substances : chanvre fer, acier, répondent chacun à des qualités diffé

rentes. L'un n'exclut pas l'autre ; ils se complètent et répondent à des besoins différents.

Si l'on veut un cordage destiné à supporter un choc de grande énergie, mais qui ne se produira peut-être jamais, il faut employer le chanvre, si la dimension que présentera le cordage ainsi confectionné ne s'oppose pas à son emploi ; si les dimensions du câble deviennent un obstacle sérieux à son emploi, il sera bon d'étudier si le fer ne remplirait pas convenablement ces conditions. Pour résister à une série de chocs parfaitement déterminés, l'emploi du fil d'acier s'impose, parce que, dans aucun cas, on n'atteindra la limite d'élasticité de cet acier et qu'il se trouvera ainsi toujours dans les mêmes conditions de résistance.

Ces différentes considérations n'ont pas d'ailleurs une valeur absolue ; on n'a jamais fait sur des cordages de différentes natures d'expériences comparatives assez précises et assez complètes pour se prononcer nettement dans tous les cas. On ne peut qu'induire des autres phénomènes de la résistance des matériaux ce qui doit se passer dans ce cas.

Ce qu'on peut cependant affirmer, c'est que l'acier tend à remplacer complétement le fer dans la fabrication des cordages. On aimera

mieux en effet toujours employer un coefficient de sécurité plus élevé pour éviter tous risques d'accidents, plutôt que d'avoir un surcroît de poids, qui se traduit toujours par une dépense en argent plus considérable.

74. Précautions générales relatives à l'emploi des câbles métalliques. — Que les câbles métalliques soient zingués ou non, il faut, tous les deux ou trois mois visiter le point qui travaille le plus, en coupant un tronçon d'une longueur plus ou moins grande, en comptant exactement le nombre des fils cassés dans une longueur de 1 mètre, et en faisant des expériences de résistance sur les fils restants.

On peut continuer à employer le câble jusqu'à ce que la somme des résistances des fils non cassés soit telle, qu'il ne travaille qu'au $\frac{1}{4}$ ou au $\frac{1}{5}$ de la résistance à la rupture au point considéré. Ces considérations sont surtout applicables aux câbles de mines qui doivent servir à remonter des hommes. Dans ce cas particulier, si les tambours d'enroulement des câbles n'ont pas 5 à 6 mètres de diamètre, on ne doit faire travailler les câbles qu'au $\frac{1}{10}$ de leur charge de rupture, dans le cas d'emploi de fils d'acier de résistance supérieure à 120 kilogrammes. De plus, dans la visite heb-

domadaire qu'on doit faire subir au câble, il faut compter exactement le nombre des fils cassés. Quand leur nombre atteint le $\frac{1}{10}$ du nombre total des fils, on ne doit plus faire remonter d'hommes par le câble, qui, cependant, peut encore servir à l'extraction jusqu'à la limite indiquée plus haut.

Les câbles zingués employés dans la marine n'ont pas besoin de soins particuliers, il suffit de les laver soigneusement par un jet de pompe quand ils sont recouverts de limon et de sable.

Les câbles non zingués employés dans l'industrie doivent être graissés toutes les semaines avec un enduit à parties égales de goudron végétal et de suif, auquel on ajoute un peu d'huile, si sa dureté est trop grande.

Lorsque le câble est lavé par les eaux, il faut le graisser plus souvent.

Il faut dans l'emploi des câbles pour mines éviter les chocs aux départ, les frottements sur des matières dures et l'action de l'humidité.

Il faut toujours faire une visite minutieuse du câble après un choc d'une grande intensité.

75. Différentes qualités de fils d'acier employés dans la confection des cordages. — On peut ranger les fils d'acier employés dans la confection des cordages en plusieurs ca-

tégories ainsi que l'a fait la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry dans l'ouvrage qu'elle a publié à ce sujet. Nous ne croyons pouvoir mieux faire que de reproduire le tableau qui donne cette classification :

Nos des catégories	Résistance des fils par millimètres carrés		Résistance moyenne admise dans les calculs par millimètres carrés	Ployages moyens entre mâchoires arrondies de 10 millimètres carrés de rayon	
	avant câblage	après câblage		Fil n° 12	Fil n° 13
	kg	kg	kg		
I. Métal doux .	65 à 75	55 à 65	60	19	14
II. Qualité ordinaire	85 à 95	75 à 85	80	19	14
III. Qualité à grande résistance .	130 à 140	115 à 125	120	20	18
IV. Qualité supérieure. . . .	150 à 160	135 à 145	140	24	21
V. Qualité extra-supérieure . .	210 à 225	195 à 205	200	30	23

Les résistances des fils inscrites sur le tableau sont celles des fils clairs d'un diamètre moyen voisin du n° 12 (1^{mm^2},8). Pour des diamètres très différents, on pourrait trouver des nombres différant très sensiblement de ceux du tableau.

Il faut aussi, dans les calculs qu'on pourrait faire avec les nombres précédents, ne pas oublier

que le zingage adoucit le métal et que la résistance des fils zingués est toujours inférieure à celle des fils clairs. Pour les fils supérieurs au n° 12, cet affaiblissement ne dépasse pas en général 1 ou 2 %, mais pour les fils fins, il peut atteindre jusqu'à 10 %.

Il est également certain que les chiffres indiqués ne sont que des moyennes dont les résultats observés dans la pratique peuvent s'écarter sensiblement.

76. Poids d'un câble. — Le poids de la partie métallique d'un câble par mètre courant s'obtient en multipliant sa section totale exprimée en millimètre carré (produit de la section droite S d'un fil par le nombre n de fils), par la longueur moyenne des fils nécessaire pour obtenir un mètre de câble, soit $1^m,10$, et par le poids d'un centimètre cube d'acier $0^{kg},0078$. On obtient ainsi :

$$p = n.S \times 1,10 \times 0,0078 = 0,0085\ nS$$

A ce poids, il faut ajouter celui de l'âme en chanvre du câble et des torons qui le composent. Ce poids s'obtiendra en multipliant le volume des âmes exprimé en centimètres cubes par $0^{kg},001056$, poids approximatif d'un centimètre cube d'âme en chanvre. Le diamètre de l'acier d'un toron ou d'un câble est donné par le tableau

suivant qui contient les coefficients par lesquels il faut multiplier le diamètre du fil ou celui du toron simple pour avoir le diamètre cherché :

Nombre de fils par toron ou de torons par câble	Coefficients multiplicateurs donnant le diamètre de l'âme	
	Ames en chanvre	Ames métalliques
5	0,85	0,68
6	1,40	1,00
7	1,60	1,30
8	2,00	1,60

Pour calculer le diamètre d'un toron ou d'un câble, on peut multiplier le diamètre du fil ou du toron par les coefficients ci-après. On obtient ainsi ce diamètre à 1 ou 2 millimètres près :

Nombre de fils par toron ou de torons par câbles	Coefficients donnant le diamètre du toron ou du câble
3	2,15
4	2,41
5	2,70
6	3,00
7	3,30
8	3,61
9	3,93
10	4,23
11	4,55
12	4,86

On peut encore calculer ce diamètre au moyen des deux formules suivantes :

Si d désigne le diamètre d'un toron composé de n fils de diamètre δ enroulés autour d'un $(n+1)^{\text{ème}}$ fil en chanvre ou métallique composant l'âme, la valeur de d sera donné par :

$$d = \delta \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{180}{n}} \right)$$

si d' désigne le diamètre du câble formé de n' torons analogues aux précédents, on aura :

$$d' = \delta \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{180}{n}} \right) \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{180}{n'}} \right)$$

77. Calcul d'un câble. — Les tableaux dressés par la Compagnie des Forges de Châtillon et Commentry dans l'ouvrage que nous avons déjà cité, permettent de trouver immédiatement la composition d'un câble destiné à supporter une charge déterminée, suivant la qualité du métal que l'on veut adopter.

Mais il ne faut pas oublier que dans le cas d'un câble de très grande longueur, comme les

câbles de mines, le poids du câble s'ajoute à la charge fixe qu'il supporte.

On doit dans ce cas recourir à la formule suivante :

Désignons par P, le poids à soulever, par L, la longueur du câble, par R, la résistance en kilogrammes par millimètre carré à la rupture du métal que l'on veut employer, par $\frac{1}{m}$ le coefficient de sécurité qu'on prend souvent égal à $\frac{1}{6}$, mais aussi à $\frac{1}{10}$, les deux inconnues seront p, le poids par unité de longueur du câble, et S, sa section utile, et l'on aura :

$$p = 0{,}0085\ S$$

et

$$\frac{RS}{m} = P + Lp$$

d'où on tire

$$\frac{RS}{m} = P + L \times 0{,}0085\ S$$

et

$$S = \frac{Pm}{R - L \times 0{,}0085\ m}$$

Quand le câble est à section variable, on calcule les différents bouts d'égale section d'une longueur de 100 à 200 mètres par les formules précédentes.

Nous terminerons ces considérations sur les cordages en chanvre et métalliques par deux tableaux, l'un relatif aux cordages en chanvre indiquant leur composition, leur dimension et leur poids par unité de longueur ; l'autre relatif aux fils d'acier, donnant les numéros, diamètres et poids de ces fils, ainsi que la comparaison entre les numéros de la jauge anglaise et ceux de la jauge française.

POIDS APPROXIMATIF EN KILOGRAMMES D'UNE LONGUEUR DE 1 MÈTRE DES CORDAGES CI-APRÈS FABRIQUÉS EN FILS DE CARET DE 8 A 9 MILLIMÈTRES DE CIRCONFÉRENCE.

Circonférence en millimètres	Cordages goudronnés			Cordages blancs
	Deux fois commis	Une fois commis		Une fois commis
	Grelins	Aussières	Ralingues	Aussières
600	30,25	//	//	//
580	28,25	//	//	//
560	26,35	//	//	//
540	24,50	//	//	//
520	22,70	//	//	//
500	21,00	//	//	//
480	19,35	//	//	//
460	17,75	19,05	//	16,75
440	16,25	17,45	//	15,35
420	14,80	15,90	//	14,00
400	13,35	14,40	//	12,65
380	12,15	13,00	//	11,45
360	10,80	11,65	//	10,25
340	9,70	10,40	//	9,15
320	8,60	9,20	//	8,10
300	7,55	8,10	//	7,15
290	7,05	7,55	//	6,65
280	6,60	7,05	//	6,20
270	6,10	6,55	//	5,80
260	5,70	6,10	//	5,35
250	5,25	5,65	//	4,95
240	4,85	5,20	//	4,55
230	4,45	4,75	//	4,20
220	4,05	4,35	//	3,85
210	3,70	3,95	//	3,50
200	3,35	3,60	3,20	3,15
190	3,05	3,25	2,90	2,85
180	2,70	2,90	2,60	2,50

POIDS APPROXIMATIF EN KILOGRAMMES D'UNE LONGUEUR DE 1 MÈTRE DES CORDAGES CI-APRÈS FABRIQUÉS EN FILS DE CARET DE 8 A 9 MILLIMÈTRES DE CIRCONFÉRENCE.

Circonférence en millimètres	Cordages goudronnés			Cordages blancs
	Deux fois commis — Grelins	Une fois commis		Une fois commis — Aussières
		Aussières	Ralingues	
170	2,45	2,60	2,30	2,25
160	2,15	2,30	2,05	2,05
150	1,90	2,55	1,80	1,80
145	//	1,90	1,65	1,65
140	1,65	1,75	1,55	1,55
135	//	1,65	1,45	1,45
130	1,40	1,525	1,35	1,35
125	//	1,400	1,25	1,25
120	1,20	1,300	1,15	1,15
115	//	1,200	1,05	1,05
110	1,00	1,100	0,95	0,95
105	//	1,000	0,875	0,875
100	0,85	0,900	0,800	0,800
95	//	0,800	0,725	0,725
90	//	0,725	0,650	0,650
85	//	0,650	0,575	0,575
80	//	0,575	0,500	0,500
75	//	0,500	0,450	0,450
70	//	0,450	0,400	0,400
65	//	0,375	0,350	0,350
60	//	0,325	0,300	0,300
55	//	0,275	0,250	0,250
50	//	0,225	0,200	0,200
45	//	0,175	0,160	0,160
40	//	0,150	0,130	0,130
35	//	0,115	0,100	0,100
30	//	0,080	0,075	0,075
25	//	0,060	0,050	0,050

Menus Cordages

Désignation des cordages (Blancs)	Nombre de fils	Poids en kg. de 100m de cordage	Désignation des cordages (Goudronnés)	Nombre de fils	Poids en kg. de 100m de cordage
Bitord blanc premier brin, fil gros . . .	2	1,280	Bitord goudronné 1er brin, fil gros . .	2	1,450
	3	1,910		3	2.180
Toron blanc premier brin, fil gros . . .	10	6.500	Toron goudronné 1er brin, fil gros . .	10	7,500
	20	13,500		20	15,000
	30	20,000		30	22,500
	40	26,500		40	30,000
	50	33,000		50	37,500
	60	40,000		60	45,000
	70	46,500		70	57,500

Lignes de drisse en cordonnet							
	Circonférence en mm.	10	20	27	34	40	51
	Poids de 100 m. en kg.	1,6	2,5	4,2	6,7	9,6	14,8

Lignes et Menus Cordages

Désignation	Circonférence des fils en millimètres	Circonférence des cordages en millimètres	Poids de 100 mètres de cordage	Désignation	Circonférence des fils en millimètres	Circonférence des cordages en millimètres	Poids de 100 mètres de cordage
Luzin blanc en fils de . (2 fils)	4 à 5	7 à 8	0,360	Luzin goudronné en fils de (2 fils)	4 à 5	7 à 8	0,420
	6 à 7	8 à 9	0,750		6 à 7	8 à 9	0.860
Merlin blanc en fils de . (3 fils)	4 à 5	8 à 9	0,540	Merlin goudronné en fils de (3 fils)	4 à 5	8 à 9	0,620
	6 à 7	9 à 10	1,130		6 à 7	9 à 10	1,300

Ligne fine.	3 torons de 2 fils . . .	0kg,740
Ligne très fine	d°	0 ,240

Lignes et menus Cordages

	Désignation	Nombre de fils par torons	Circonférence en millimètres	Poids de 100 mètres de cordage		Désignation	Nombre de fils par torons	Circonférence en millimètres	Poids de 100 mètres de cordage
	LIGNES DIVERSES (*Blanches*)					**LIGNES DIVERSES** (*Goudronnées*)			
en fils de 4 à 5mm	de pêche / de amarrage	2	12 à 13	1,230	en fils de 4 à 5mm	de pêche / de amarrage	2	12 à 13	1,400
	de sonde.	3	15 à 16	1,880		de sonde.	3	15 à 16	2,160
	do	5	20 à 21	3,180		//	5	20 à 21	3,650
en fils de 6 à 7 millimètres	de pêche / de amarrage	2	18 à 19	2,610	en fils de 6 à 7 millimètres	de pêche / de amarrage	2	18 à 19	3,000
	//	4	25 à 26	5,300		//	4	25 à 26	6,000
	de sonde.	4	25 à 26	5.350		de sonde.	4	25 à 26	6,190
	//	5	29 à 30	6,700		//	5	29 à 30	7,720
	//	7	34 à 36	9,400		//	7	34 à 36	10,800
	//	10	40 à 42	13,400		//	10	40 à 42	15,420
	//	12	44 à 46	16,100		//	12	44 à 46	18,550

Toutes ces lignes sont formées de 3 torons

TABLEAU

Numéros français	Diamètre des fils en $\frac{1}{10}$ de millimèt.	Section en millimètres carrés	Poids de 1000 mètres de fils	Longueur d'un kilog.	N° anglais S. W. G.[1]	Diamètre du fil en $\frac{1}{10}$ de millimèt.
					33	2,5
					32	2,7
					31	2,9
					30	3,1
					29	3,4
					28	3,7
					27	4,1
					26	4.5
P	5	0,196	1,55	653,60	25	5
					24	5,5
1	6	0,287	2,20	454,54	23	6
2	7	0,385	3,00	333,33	22	7
3	8	0,503	3,92	255,10	21	8
4	9	0,636	4,96	201,61	20	9
5	10	0,785	6,12	163,40	19	10
6	11	0.950	7.41	134.95		
7	12	1,114	8,81	113,50	18	12
8	13	1,327	10,35	96,62		
9	14	1,539	12,00	83,33	17	14
10	15	1,767	13,78	72,57		
11	16	2,011	15,68	63,77	16	16
12	18	2,545	19,84	50,40	15	18
13	20	3,142	24.48	40,85	14	20
14	22	3,801	29,64	33,74	13	23
15	24	4,524	35,28	28,34	12	25
16	27	5,725	44,63	22,40	11	29
17	30	7,068	55,13	18,14	10	32
18	34	9,079	70,82	14,12	9	38
19	39	12,045	93,17	10,73	8	40
20	44	15.205	118,59	8,43	7	44
21	49	18,857	147.08	6,80	6	48
22	54	22,902	178,63	5,59	5	53
23	59	27,340	213,24	4,69	4	58
24	64	32,170	250,91	3,99	3	63
25	70	38,485	300,19	3,33	2	69
26	76	45,305	353,84	2,82	1	75
27	82	52,810	411,91	2,43	0	81
28	88	61,821	474,38	2,11	00	87
29	94	69,398	541,28	1,85	000	93
30	100	78,541	612,59	1,63	0000	100
					00000	108
					000000	116
					0000000	125

(1) S. W. G. Standard Wire Gauge rendue légale en Angleterre.

BIBLIOGRAPHIE

DUHAMEL DU MONCEAU. — *L'art de la corderie perfectionné* (Paris, 1769).

DUBOUL. — *Précis sur les résultats d'une nouvelle méthode de commettre les cordages à l'usage de la marine.* (Paris, 1817).

DINGLER. — *Essais théoriques sur la corderie.* (M. G. M. (1), 1847).

AURIOL. — *Mémoire sur les nouvelles installations de la corderie de Rochefort.* (M. G. M. 1851).

CHÉDEVILLE. — *Rapport sur la corderie du port de Brest.* (M. G. M. 1854).

CHAPMAN. — *A treatise on ropemaking.* (Londres, 1858).

ANTOINE. — *Dévidage mécanique des fils du commerce.* (M. G. M. 1861).

BAUDRY. — *Note sur la résistance des câbles en fils de fer.* (M. G. M. 1870).

DUPONT. — *Etude sur la résistance des cordages en chanvre.* (M. G. M. 1872).

---

(1) M. G. M. (*Mémorial du Génie Maritime*).

Baudry. — *Etude sur la résistance des cordages.* (M. G. M 1873).

Allys. — *Comparaison entre les gréements en filin et ceux en fils de fer.* (M. G. M. 1874).

Antoine. — *Rapport sur les essais de fabrication des cordages.* (M. G. M. 1874).

— *Rapport sur l'exposition universelle de* 1878. (Paris, Lacroix, 1878-81).

Renouard. — *Etude sur la fabrication des cordages.* (Paris, 1887).

Millasseau. — *Etude sur la fabrication des cordages.* (Paris, 1887).

De Longraire. — *Note sur la raideur des cordages.* (Paris, 1890).

— *Revue technique de l'exposition universelle de* 1889. (Paris, Bernard, 1889, 1892).

— *Tréfileries de Sainte-Colombe, Plaines, Tronçais et Morat. Tableaux et renseignements.* Cie anonyme des Forges de Châtillon et Commentry.

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE PREMIER

Chanvres

CHAPITRE II

Fabrication du fil de caret

CHAPITRE III

Fabrication des cordages en chanvre

CHAPITRE IV

Conservation et recette du chanvre et du fil de caret

CHAPITRE V

Drisses, drosses et menus cordages

CHAPITRE VI

Différentes matières textiles

CHAPITRE VII

Fabrication des cordages métalliques

CHAPITRE VIII

Différentes espèces de cordages métalliques

CHAPITRE IX

Comparaison entre les cordages en chanvre et les cordages métalliques

ST-AMAND (CHER). IMPRIMERIE DESTENAY, BUSSIÈRE FRÈRES

LEÇONS DE CHIMIE

(*à l'usage des Élèves de Mathématiques spéciales*)

PAR

Henri GAUTIER

Ancien élève de l'École Polytechnique,
Professeur de l'École Monge et au collège Sainte-Barbe,
Professeur agrégé à l'École de Pharmacie ;

ET

Georges CHARPY

Ancien Élève
de l'École Polytechnique, professeur à l'École Monge.

Un beau volume grand in-8, avec 83 figures ; 1892. . . 9 fr.

Ces *Leçons de Chimie* présentent ceci de particulier qu'elles ne sont pas la reproduction des Ouvrages similaires parus dans ces dernières années. Les théories générales de la Chimie sont beaucoup plus développées que dans la plupart des Livres employés dans l'enseignement; elles sont mises au courant des idées actuelles, notamment en ce qui concerne la théorie des équilibres chimiques. Toutes ces théories, qui montrent la continuité qui existe entre les phénomènes chimiques, physiques et même mécaniques, sont exposées sous une forme facilement accessible. La question des nombres proportionnels, qui est trop souvent négligée dans les Ouvrages destinés aux candidats aux Ecoles du Gouvernement, est traitée avec tous les développements désirables. Dans tout le cours du Volume, on remarque aussi une grande préoccupation de l'exactitude, les faits cités sont tirés des mémoires originaux ou ont été soumis à une nouvelle vérification. Les procédés de l'industrie chimique sont décrits sous la forme qu'ils possèdent actuellement. L'ouvrage ne comprend que l'étude des métalloïdes, c'est-à-dire les matières exigées pour l'admission aux Écoles Polytechnique et Centrale.

En résumé, le Livre de MM. Gautier et Charpy est destiné, croyons-nous, à devenir rapidement classique.

Tome IV (1re Partie). — Électricité statique et dynamique. — 13 fr.

1er fascicule. — *Gravitation universelle. Électricité statique;* avec 155 fig. et 1 planche . . . . 7 fr.
2e fascicule. — *La pile. Phénomènes électrothermiques et électrochimiques;* avec 161 fig. et 1 planche . . . . 6 fr.

Tome IV. — (2e Partie). — Magnétisme; applications. — 13 fr.

3e fascicule. — *Les aimants. Magnétisme. Electromagnétisme. Induction;* avec 240 figures. . . . . 8 fr.
4e fascicule. — *Météorologie électrique; applications de l'électricité. Théories générales;* avec 84 fig. et 1 pl. . . . . 5 fr.

Tables générales.

Tables générales, par ordre de matières et par noms d'auteurs, des quatre volumes du Cours de Physique. In-8; 1891 . . . 60 c.

Tous les trois ans, un supplément, destiné à exposer les progrès accomplis pendant cette période, viendra compléter ce grand Traité et le maintenir au courant des derniers travaux.

Pour ne pas trop grossir un ouvrage déjà bien volumineux, il a fallu dans cette nouvelle édition en soumettre tous les détails à une revision sévère, supprimer ce qui avait quelque peu vieilli, sacrifier la description d'appareils ou d'expériences qui, tout en ayant fait époque, ont été rendus inutiles par des travaux plus parfaits; en un mot, poursuivre dans ses dernières conséquences la transformation entreprise non sans quelque timidité dans l'édition précédente. Au reste, pour tenir un livre au courant d'une Science dont le développement est d'une rapidité si surprenante, et dans laquelle un seul résultat nouveau peut modifier jusqu'aux idées même qui servent de base à l'enseignement, il ne suffit pas d'ajouter des faits à d'autres faits: c'est l'ordre, l'enchaînement, la contexture même de l'ouvrage qu'il faut renouveler. On se ferait donc une idée inexacte de cette quatrième édition du *Cours de Physique de l'École Polytechnique* en se bornant à constater que ces quatre Volumes se sont accrus de près de 500 pages et de 150 figures, soit de un septième environ: les modifications touchent, pour ainsi dire, à chaque page et c'est en réalité au moins le tiers du texte qui a été écrit à nouveau d'une manière complète.

Duhem. — Chargé de Cours à la Faculté des Sciences de Lille. *Leçons sur l'Electricité et le Magnétisme.* 3 vol. gr. in-8, avec 215 figures : Tome I, 1891; 16 fr.— Tome II, 1892; 14 fr. — Tome III, 1892; 15 fr.

Jamin et Bouty. — *Cours de Physique à l'usage de la classe de Mathématiques spéciales.* 2e édition. Deux beaux volumes in-8, contenant ensemble plus de 1060 pages; avec 458 figures géométriques ou ombrées et 6 planches sur acier; 1886 . . . . 20 fr.

On vend séparément :

Tome I. — Instruments de Mesure. Hydrostatique. — Optique géométrique. Notions sur les phénomènes capillaires. In-8, avec 312 fig. et 4 pl. . . . . 10 fr.
Tome II. — Thermométrie. Dilatations. — Calorimétrie. In-8, avec 146 fig. et 2 pl. 10 fr.

BARILLOT (**Ernest**), membre de la Société chimique de Paris. — **Manuel de l'analyse des vins.** *Dosage des éléments naturels. Recherche analytique des falsifications.* Petit in-8, avec nombreuses figures et Tables; 1889. . . . . 3 fr. 50

BONNAMI (**H.**), Ingénieur-Directeur des usines de Pont-de-Pany et Malain, Conducteur des Ponts et Chaussées. — **Fabrication et contrôle des chaux hydrauliques et ciments. Théorie et pratique.** *Influences réciproques et simultanées des différentes opérations et de la composition sur la solidification. Energie. Thermodynamique. Thermochimie.* In-8, avec figures; 1888. . . . . 6 fr. 50

BOYS (**C.-V.**), Membre de la Société Royale de Londres, — **Bulles de Savon**. Quatre conférences sur la capillarité faites devant un jeune auditoire. Traduit de l'anglais par Ch.-Ed. Guillaume, Docteur ès-sciences, avec de nouvelles Notes de l'Auteur et du Traducteur. In-18 jésus, avec 60 figures et 1 planche; 1892 . . . . 2 fr. 75 c.

CHAPPUIS (**J.**), Agrégé, Docteur ès-sciences, Professeur de Physique générale à l'Ecole Centrale, et **BERGET** (**A.**), Docteur ès-sciences, attaché au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne. — **Leçons de Physique générale.** *Cours professé à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures et complété suivant le programme de la Licence ès-sciences physiques.* 3 volumes grand in-8 se vendant séparément :
Tome I : *Instruments de mesure. Chaleur.* Avec 175 figures ; 1891. 13 fr.
Tome II : *Electricité et Magnétisme.* Avec 305 figures ; 1891. . 13 fr.
Tome III : *Acoustique. Optique; Electro-optique.* Avec 193 figures ; 1892 . . . . 10 fr.

DESFORGES (**J.**), Professeur de travaux manuels à l'Ecole industrielle de Versailles, ancien Garde d'Artillerie, ancien Chef aux ateliers des Forges et Fonderies de la Marine de l'Etat, à Ruelle. — **Cours pratique d'enseignement manuel,** à l'usage des candidats aux Ecoles nationales d'Arts et Métiers et aux Ecoles d'apprentis et d'Elèves mécaniciens de la flotte, et à l'usage des aspirants au certificat d'aptitude pour l'enseignement du travail manuel des élèves des écoles professionnelles-industrielles, etc. — **Ajustage.** — **Forge.** — **Fonderie.** — **Chaudronnerie.** — **Menuiserie.** In-4 oblong, comprenant 76 planches de dessins, avec texte explicatif; 1889. . 5 fr

ENDRÈS (**E.**), Inspecteur général honoraire des Ponts et Chaussées. — **Manuel du Conducteur des Ponts et Chaussées.** Ouvrage indispensable aux Conducteurs et Employés secondaires des Ponts et Chaussées et des Compagnies de Chemin de fer, aux Gardes-mines, aux Gardes et Sous-Officiers de l'Artillerie et du Génie, aux Agents-voyers et aux Candidats à ces emplois. *Honoré d'une souscription des Ministères du Commerce et des Travaux publics, et recommandé pour le service vicinal par le Ministre de l'Intérieur*, 7e édition modifiée *conformément au décret du* 9 *juin* 1888. 3 volumes in-8. . . 27 fr.

On vend séparément :

Tome I : *Partie théorique*, avec 407 fig.; et tome II : *Partie pratique,* avec fig., 2 vol. in-8; 1884 . . . . 18 fr.

Tome III : *Partie technique.* In-8, avec 241 fig., 1888 . . 9 fr.

Ce dernier Volume est consacré à l'exposition des doctrines spéciales qui se rattachent à l'*Art de l'Ingénieur* en général et au service des Ponts et Chaussées en particulier.

GRAY (John), Associé de l'École Royale des Mines, de l'Institut des Ingénieurs électriciens, etc. — **Les machines électriques à influence.** *Expose complet de leur histoire et de leur théorie*, suivi d'*Instructions pratiques sur la manière de les construire*. Traduit de l'anglais et annoté par GEORGES PELLISSIER, Rédacteur à la *Lumière éléctrique*. In-8 avec 124 fig.; 1892. . . . . 5 fr.

JUPTNER DE JONSTORFF (Baron Hanns). — Traité pratique de Chimie métallurgique. Traduit de l'allemand par *E. Vlasto*, Ingénieur des Arts et Manufactures. Edition française, revue et augmentée par l'Auteur. Grand in-8, avec nombreuses figures et 2 planches; 1891 . . . . 10 fr.

LACOUTURE (Charles). — **Répertoire chromatique.** *Solution raisonnée et pratique des problèmes les plus usuels dans l'étude et l'emploi des couleurs.* 29 TABLEAUX EN CHROMO représentant 952 teintes différentes et définies, groupées en plus de 600 gammes typiques. In-4, contenant un texte de XI-144 pages, vrai traité de la science pratique des couleurs, accompagné de nombreux diagrammes, et suivi d'un atlas de 29 tableaux en chromo qui offrent à la fois l'illustration du texte et de nouvelles ressources pour les applications; 1890. (*Ouvrage honoré de la* MÉDAILLE D'OR *de la Société industrielle du Nord de la France*, 18 janvier 1891).

Broché. . . . 25 fr. | Cartonné . . . 30 fr.

LÉVY (Maurice), Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France et à l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures. — **La Statique graphique et ses applications aux constructions.** 2e édition. 4 vol. grand in-8, avec 4 Atlas de même format. (*Ouvrage honoré d'une souscription du ministère des Travaux publics*).

Ire PARTIE : *Principes et applications de la Statique graphique pure.* Gr. in-8 de XXVIII-549 p. avec fig. et un Atlas de 26 pl; 1886 22 fr.

IIe PARTIE. — *Flexion plane. Lignes d'influence. Poutres droites.* Gr. in-8 de XIV-345 p. avec fig. et un Atlas de 6 pl; 1886 15 fr.

IIIe PARTIE. — *Arcs métalliques. Ponts suspendus rigides. Coupoles et corps de révolution.* Gr. in-8 de IX-418 pages avec figures et un Atlas de 6 planches; 1887 . . . . 17 fr.

IVe Partie. — *Ouvrages en maçonnerie. Systèmes réticulaires à lignes surabondantes. Index alphabétique des quatre Parties.* Grand in-8 de X-350 p., avec fig. et un Atlas de 4 planches; 1888. 15 fr.

MIQUEL. — Manuel pratique d'Analyse bactériologique des eaux. In-18 jésus, avec figures; 1891. . . . . 2 fr. 75 c.

WITZ (Aimé), Docteur ès-sciences, Ingénieur des Arts et Manufactures, Professeur aux Facultés catholiques de Lille. — **Cours de manipulations de Physique,** *préparatoire à la Licence* (ECOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE). Un beau volume in-8, avec 166 figures; 1883. 12 fr.

WITZ (Aimé). — **Exercices de Physique et applications,** *préparatoires à la Licence* (ECOLE PRATIQUE DE PHYSIQUE). In-8, avec 114 figures; 1889. 12 fr.

WYROUBOFF (G.). — **Manuel pratique de Cristallographie.** *Détermination des formes cristallines.* In-8, avec figures et 6 planches en taille-douce; 1889. . . . . 12 fr.

Fourtier (H.). — *Dictionnaire pratique de Chimie photographique,* contenant une *Étude méthodique des divers corps usités en Photographie,* précédé de *Notions usuelles de Chimie* et suivi d'une Description détaillée des *Manipulations photographiques.* Grand in-8, avec figures; 1892 . . . . 8 fr. »»

— *Les Positifs sur verre. Théorie et pratique. Les positifs pour projections. Stéréoscopes et vitraux. Méthodes opératoires. Coloriage et montage.* Grand in-8, avec figures; 1892 . . . . 4 fr. 50

— *La pratique des projections.* Etude méthodique des appareils. Les accessoires; usages et applications diverses des projections. Conduite des séances. 2 volumes in-18 jésus se vendant séparément.

I. *Les appareils,* avec 66 figures; 1892;. . . . . 2 fr. 75

II. *La séance de projections,* avec figures ... (*Sous presse*).

— *Les tableaux de projections mouvementés. Étude des tableaux mouvementés, leur confection par les méthodes photographiques. Montage des mécanismes.* In-18 jésus, avec figures; 1893 . , . . . 2 fr. 52

Fourtier (H.), Bourgeois et Bucquet. — *Le formulaire classeur du Photo-club de Paris.* Collection de formules sur fiches, renfermées dans un élégant cartonnage et classées en trois Parties : *Phototypes, Photocopies et Photocalques. Notes et renseignements divers,* divisées chacune en plusieurs Sections.

Première série; 1892. . . . . 4 fr.

Londe (A), Chef du service photographique à la Salpêtrière. — *La Photographie instantanée.* 2e édition. In-18 jésus, avec belles figures; 1890 . . . . 2 fr. 75

— *Traité pratique du développement.* Étude raisonnée des divers révélateurs et de leur mode d'emploi. 2e édition. In-18 jésus, avec figures et 4 doubles planches en photocollographie; 1892 . 2 fr. 75

— *La photographie médicale. Applications aux sciences médicales et physiologiques.* Grand in-8, avec 80 figures et 19 planches; 1893 9 fr.

Marco Mendoza, membre de la société française de photographie. — *La Photographie la nuit.* Traité pratique des opérations photographiques que l'on peut faire à la lumière artificielle. In-18 jésus, avec figures; 1893. . . . . 1 fr. 25

Mercier (P.), Chimiste, Lauréat de l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris. — *Virages et fixages. Traité historique, théorique et pratique.* 2 vol. in-18 jésus; 1892 . . . . 5 fr.

On vend séparément :

Ire Partie : *Notice historique. Virages aux sels d'or.* . . 2 fr. 75
IIe Partie : *Virages aux divers métaux. Fixages* . . . . 2 fr. 75

Trutat (E.), Docteur ès-sciences, Directeur du Musée d'Histoire naturelle de Toulouse. — *Traité pratique des agrandissements photographiques.* 2 vol. in-18 jésus, avec 105 figures; 1891.

Ire Partie : Obtention des petits clichés; avec 52 figures . . . 2 fr. 75
IIe Partie : Agrandissements; avec 53 figures . . . . 2 fr. 75

— *Impressions photographiques aux encres grasses. Traité pratique de photocollographie à l'usage des amateurs.* In-18 jésus, avec nombreuses figures et 1 planche en photocollographie; 1892 . . 2 fr. 75

Vieuille. — *Nouveau guide pratique du photographe amateur.* 3e édit. refondue et beaucoup augmentée. In-18 jésus avec fig. 1892. 2 fr. 75

TRAITÉ DE MÉDECINE

Publié sous la direction de MM. Charcot et Bouchard, membres de l'Institut et professeurs à la Faculté de médecine de Parisi, et Brissaud, professeur agrégé, par MM. Babinski, Ballet, Brault, Chantemesse, Charrin, Chauffard, Courtois-Suffit, Gilbert, Guinon, Le Gendre, Marfan, Marie, Mathieu, Netter, Œttinger, André Petit, Richardière, Roger, Ruault, Thibierge, L.-H. Thoinot, Fernand Vidal. 6 vol. in-8. avec figures (3 volumes publiés au 1er mai. 1892). *En souscription* . . . . **112 fr.**

TRAITÉ DE CHIRURGIE

Publié sous la direction de MM. Simon Duplay, professeur de clinique chirurgicale à la Faculté de médecine de Paris, et Paul Reclus, professeur agrégé, par MM. Berger, Broca, Delbet, Delens, Gérard-Marchant, Forgue, Hartmann, Heydenreich, Jalaguier, Kirmisson, Lagrange, Lejars, Michaux, Nélaton, Peyrot, Poncet, Pothert, Quenu, Ricard, Segond, Tuffier, Walther. 8 forts volumes in-8, avec nombreuses figures (7 volumes publiés au 1er mai 1892). *En souscription* . . . . **140 fr.**

TRAITÉ DE GYNÉCOLOGIE CLINIQUE ET OPÉRATOIRE

Par S. Pozzi, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris, chirurgien de l'hôpital Lourcine-Pascal. 2e édition. 1 vol. in-8, relié toile avec 500 figures dans le texte. **30 fr.**

LEÇONS SUR LA PATHOLOGIE COMPARÉE DE L'INFLAMMATION

Faites à l'Institut Pasteur en avril et mai 1891, par Elie Metchnikoff, chef de service à l'Institut Pasteur. 1 vol. in-8 avec 65 figures dans le texte, en noir et en couleur et 8 planches en couleur . . . . **9 fr.**

LE DIABÈTE PANCRÉATIQUE

Expérimentation, *Clinique*, *Anatomie pathologique*, par le Dr J. Thiroloix, interne, médaille d'or des hôpitaux, membre de la Société anatomique. 1 vol. in-8, avec planches et graphiques hors texte . . . . **8 fr.**

LIBRAIRIE G. MASSON, 120, *BOULEVARD ST-GERMAIN*, *PARIS*.

Date Due

GAUTHIER-VILLARS ET FILS ET G. MASSON, ÉDITEURS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

DIRIGÉE PAR M LÉAUTÉ, MEMBRE DE L'INSTITUT

Collection de 300 volumes petit in-8 (30 à 40 volumes publiés par an)

CHAQUE VOLUME SÉPARÉMENT : BROCHÉ, 2 FR. 50; CARTONNÉ, 3 FR.

Ouvrages en cours de publication

Section de l'Ingénieur

R.-V. Picou.— Dist
cité par installati
A. G··illy.— Tra
pa air comprim
Duquesnay.— Rési
riaux.
Dwelshauvers-D
mentale calorin
à vapeur.
A. Madamet.— T
de vapeur.
Magnier de la
vins.
Alheilig.— Recc
travail des boi
R.-V. Picou.— D
tricité par usin
Aimé Witz. —
l'usage des Ing
Lindet.— Fabric
Th. Schlœsing fi
Sauvage. — Dive
à vapeur.
Le Chatelier.—
Madamet. — D
vapeur.
Croneau. — Ca
rasse.
Dudebout.— Es
peur.
Lecomte.— Les t
examen micro
Alheilig. — Corderie.
De Launay. — Formation des gîtes métallifères.
Ferdinand Jean. — L'industrie des peaux et des cuirs.
H. Gautier. — Essais d'or et d'argent.
Naudin. — Fabrication des vernis.
Gérard-Lavergne. — Les Turbines.
H. Laurent. — Théorie des jeux de hasard.
Guenez.— La décoration de la porce-
laine au feu de moufle
Cas
Ro

Section du Biologiste

es organes res-
- Le délire chro-
stématique.
— Séméiologie
d'électrophy-
oies urinaires.
ctériologique.
le l'œil.
men des ali-
du physiolo-
parasites.
on et féconda-
stétricale.
défense dans
ment physiolo-
ifiées.
dies des pau-
nes de l'œil.
obstétricale.
de la photo-
graphie aux sciences naturelles.
De Brun.— Maladies des pays chauds.
Letulle.— Maladies de la cellule.
Aimé Girard. — La betterave à sucre.
Dastre.— La Digestion.
Brocq et Jacquet. — Traité élémentaire et pratique de dermatologie.
Lannelongue.— La Tuberculose chirurgicale.
Straus.— Les bactéries.
Napias.— Hygiène industrielle et pro-
nnelle.
lt.— Pathologie du bulbe ra-
n.